٨

حكومة إقليم كوردستان ــ العراق
وزارة التربية ــ المديرية العامة للمناهج والمطبوعات

العلوم للجميع

كتاب التلميذ

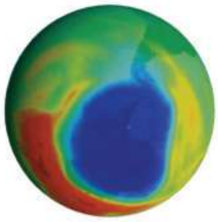
الصف الثامن الأساس



الطبعة السابعة
٢٠١٦م/ ٢٧١٦ كوردي/ ١٤٣٧هـ

الأشراف الفني على الطبع
عثمان پيرداود كواز
آمانج اسماعيل عبدي

مُحتوى الكتاب



العلومُ الفيزيائِيَّة





العلومُ الأحيائيَّةُ

الوحدة أ الكائناتُ الحيَّةُ البسيطةُ والفطريّاتُ والنباتاتُ

الفصلُ ٣



الوحدة ب الحيوانات

الفصل ٤



الفصلُ ٥



الفصلُ ٦



علومُ الأرضِ

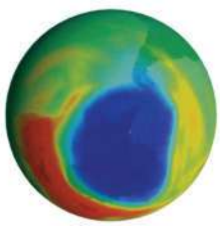
الوحدة ج مـواردُ الأرض

الفصلُ ٧



الوحدة د الطـقسُ والمناخُ

الفصلُ ٨



الفصلُ ١٢



الفصلُ ١٣



الوحدة ز المـوجـاتُ

الفصلُ ١٤

كيفَ تستخدمُ كتابَك!

دليلُك إلى النجاحِ مع سلسلةِ "العلوم للجميع"

مؤشِّراتُ الأداءِ

ستجدُ في بدايةِ كلِّ قسمٍ مؤشراتِ أدائِهِ ومفرداتِهِ العلميَّةَ. وهي توضِّحُ ما ستتعلَّمُه بعدَ انتهائِك من قراءةِ القسمِ.

توجدُ لائحةٌ بالمفرداتِ والمفاهيمِ العلميَّةِ لكلِّ قسمٍ. تعلَّمْ تعريفاتِ هذه المفرداتِ، لأنَّكَ سَتُسألُ عنها في الاختبارِ. تردُ كلُّ مفردةٍ في النصِّ مع خلفيَّةٍ صفراءَ، وتُعرَّفُ على هامشِ الصفحةِ. بإمكانِك استخدامُ تعريفاتِ المفرداتِ في آخرِ الكتابِ لتجدَ التعريفاتِ بسرعةٍ.

فكرةٌ مفيدةٌ للدراسةِ: أعدْ قراءةَ مؤشِّراتِ الأداءِ وتعريفاتِ المفرداتِ، حينَ تدرسُ استعدادًا للاختبارِ، لكي تتأكَّدَ من فهمِكَ للمادَّةِ.


القسمُ ١

البكتيريا وَالكائناتُ الحيَّةُ القديمةُ

ما عددُ البكتيريا في حفنةٍ من التربةِ؟ هل تصدّقُ أنَّ جرامًا واحدًا من التربةِ (ما يساوي كتلةَ محّاةِ قلمِ رصاصٍ) قد يكونُ فيه أكثرُ من ٢,٥ مليارِ بكتيريا؟ وأنَّ حفنةً من التربةِ قد تحتوي على تريليوناتِ البكتيريا!

كلُّ الكائناتِ الحيَّةِ تتلاءمُ مع واحدٍ من المجالاتِ الثلاثةِ: البكتيريا، أو الكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ، أو الكائناتِ الحيَّةِ حقيقيَّةِ النواةِ. مجالا البكتيريا والكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ يتألَّفانِ من كائناتٍ حيَّةٍ أحاديَّةِ الخليَّةِ ليس لها نواةٌ. يعيشُ أعضاءُ مجالِ البكتيريا في التربةِ والماءِ، وفي أجسامِ الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى. يتضمَّنُ مجالُ الكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ الكائناتِ الحيَّةَ الموجودةَ في بيئاتٍ قاسيةٍ كالينابيعِ الحارَّةِ. ويشتملُ هذانِ المجالانِ على أقدمِ أشكالِ الحياةِ على الأرضِ.

بعضُ خصائصِ البكتيريا والكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ

يوجدُ من البكتيريا على كوكبِ الأرضِ أكثرُ مما يوجدُ من كلِّ الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى مجتمعةً. ومعظمُ البكتيريا أصغرُ بكثيرٍ من أنْ تُرى بدونِ مجهرٍ. لكنْ ليستْ كلُّ البكتيريا بالحجمِ نفسِه. إنَّ أكبرَ بكتيريا معروفةٍ هي في الحقيقةِ أكبرُ بألفِ مرَّةٍ من متوسِّطِ حجمِ البكتيريا. أحدُ هذهِ الأصنافِ من البكتيريا العملاقةِ اكتُشِفَ داخلَ سمكةٍ من النوعِ الظاهرِ في الشكل ١. لأفرادِ مجالِ البكتيريا ثلاثةُ أشكالٍ: شكلٌ عصويٌّ، وشكلٌ كرويٌّ، وشكلٌ حلزونيٌّ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

المفرداتُ والمفاهيمُ
- الكائنُ بدائيُّ النواةِ
- الانشطارُ الثنائيُّ
- البوغُ الداخليُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبل قراءتِك لهذا القسمِ، ماذا تقولُ عن كلٍّ من الجملتينِ التاليتينِ: صحٌ أو خطأ؟
- يوجدُ فقط بضعةُ أنواعٍ من البكتيريا.
- معظمُ البكتيريا أصغرُ بكثيرٍ من أن تُرى بالعينِ المجرَّدةِ.

تحقّقْ
ما الأشكالُ الثلاثةُ للبكتيريا؟

الشكل ١ البكتيريا العملاقةُ داخلَ هذه السمكةِ يبلغُ طولُ الواحدةِ منها 0,6 mm، حجمٌ لا تحتاجُ رؤيتُه إلى مجهرٍ.

٦ الفصل ١

كنْ منظَّمًا

توفِّرُ استراتيجيَّةُ القراءةِ في بدايةِ كلِّ قسمٍ أفكارًا مفيدةً، تساعدُك على تنظيمِ المعلوماتِ الواردةِ في القسمِ، وتذكُّرِها. احتفظْ بكرّاسِ ملاحظاتٍ للعلومِ كي تكونَ جاهزًا لتدوينِ الملاحظاتِ خلالَ مراجعةِ المعلِّمِ للمادَّةِ في الصفِّ. احتفظْ بواجباتِكَ في هذا الكرّاسِ، بحيثُ تستطيعُ مراجعتَها عندَما تستعدُّ لاختبارِ الفصلِ.

استخدامُ الرسومِ والصورِ

تعلَّمْ تحليلَ الرسومِ والصورِ لكي تستطيعَ فهمَ المادَّةِ التي تقرأُها في النصِّ بشكلٍ أفضلَ.

تعرضُ الجداولُ والرسومُ البيانيَّةُ معلوماتٍ مهمَّةً بطريقةٍ منظَّمةٍ، لمساعدتِكَ على ملاحظةِ العلاقاتِ. وقدْ تُغني صورةٌ عَنْ آلافِ الكلماتِ. انظرْ إلى الصورِ لرؤيةِ أمثلةٍ وثيقةِ الصلةِ بالمفاهيمِ العلميَّةِ التي تقرأُ عنها.





أجبْ عن أسئلةِ مراجعةِ القسمِ

تختبرُ أسئلةُ مراجعةِ القسمِ معرفتَكَ حولَ نقاطِ القسمِ الرئيسةِ. وتُحفِّزُكَ بنودُ التفكيرِ الناقدِ على التفكيرِ في المادَّةِ بعمقٍ، ممّا يمكِّنُكَ مِنْ أنْ تجدَ الروابطَ التي تستدلُّ عليها من النصِّ.

فكرةٌ مفيدةٌ للدراسةِ: عندَما لا تستطيعُ الإجابةَ عن سؤالٍ ما، اقرأ القسمَ من جديدٍ. توجدُ الإجابةُ عادةً في النصِّ.

قمْ بواجبِكَ المنزليِّ

قدْ يوزِّعُ معلِّمُكَ بطاقاتِ واجباتٍ منزليَّةٍ لمساعدتِكَ على فهمِ مادَّةِ الفصلِ، وتذكُّرِها.

فكرةٌ مفيدةٌ للدراسةِ: لا تحاولِ الإجابةَ عن الأسئلةِ قبلَ قراءةِ النصِّ أو مراجعةِ ملاحظاتِكَ في الصفِّ. يُساعدُكَ القليلُ من الاستعدادِ المسبقِ على جعلِ واجبِكَ المنزليِّ أكثرَ سهولةً. تُعزِّزُ الإجابةُ عن بنودِ مراجعةِ الفصلِ، استعدادَكَ لاختبارِ الفصلِ.

الأمانُ أوّلاً

يُعدُّ الاكتشافُ والاختراعُ والتحقُّقُ الأساسَ في دراسةِ العُلوم. بالمُقابِلِ قد تكونُ تلكَ النشاطاتُ خطِرةً. ولكي تتأكَّدَ من أنَّ تجاربَكَ المُختبريَّةَ واكتشافاتِكَ سليمةٌ وآمنةٌ، ينبغي لك الاطِّلاعُ على مُختلفِ توجيهاتِ السلامةِ. ربَّما سمعْتَ القولَ المأثورَ: «درهمُ وقايةٍ خيرٌ من قنطارِ علاج». هذا صحيحٌ في صفِّ العُلوم، حيث تتمُّ الاختباراتُ والاستكشافاتُ. ذلكَ أنَّ عدمَ الدرايةِ وعدمَ الحيطةِ قد يؤدّيانِ إلى ضررٍ وأذى. لا تُخاطرْ بأيِّ شكلٍ من الأشكالِ، بوقايتِكَ، أو بوقايةِ الآخرين. والصفحاتُ التاليةُ تتضمَّنُ تعليماتٍ مهمَّةً للوقايةِ في صفِّ العُلومِ. قد يكونُ لدى مُعلِّمِكَ تعليماتٌ وقائيَّةٌ أُخرى ونصائحُ تتلاءمُ معَ صفِّكَ ومعَ المُختبَرِ. لا تتسرَّعْ، تكُنْ في أمانٍ.

قواعدُ السلامةِ!

الانطلاقُ بشكلٍ صحيح

اطلُبِ الإذنَ دائمًا من معلِّمِكَ قبلَ القيامِ بأيِّ عملٍ داخلَ المختبرِ. اقرأْ بتأنٍّ الخُطواتِ، وركِّزِ انتباهَكَ على معلوماتِ السلامةِ والتحذيراتِ. إذا لم تكُنْ مُتأكِّدًا ممّا يعنيه رمزُ سلامةٍ ما، فابحثْ عن معناه، أو اسألْ مُعلِّمَكَ. لا يمكنُ أن نكونَ لامبالينَ عندَما يتعلَّقُ الأمرُ بالسلامةِ. لدى حُصولِ أيِّ حادثٍ، أخبرْ مُعلِّمَكَ مُباشرةً، حتى ولو اعتبرْتَ الحادثَ بسيطًا.

لدى الحاجةِ إلى شمِّ رائحةِ مادَّةٍ مُعيَّنةٍ، قُمْ بذلكَ من خلالِ توجيهِ الأبخرةِ بالكفِّ نحو أنفِك. لا تضعْ أبدًا أنفَكَ قُربَ مصدرِ الرائحةِ.



رموزُ السلامة

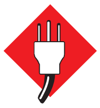
جميعُ التجاربِ والاكتشافاتِ في هذا الكتابِ، وفي مُختلفِ البطاقاتِ المُتعلِّقةِ بها، تحتوي على رموزِ السلامةِ، التي تحذِّرُكَ ممّا يُضرُّ بسلامتِك. تعوَّدْ هَذهِ الرموزَ، حتّى إذا رأيْتَ أيًّا منها تُدركُ ما يعنيه، وما عليكَ القيامُ به. ومن المهمِّ جدًّا أن تقرأَ كاملَ هذهِ الفقرةِ عنِ السلامةِ، لتتعلَّمَ عنِ الأخطارِ الخاصَّةِ بالمُختبَراتِ.


وقايةُ العينَين


وقايةُ الملابسِ


الأمانُ من الكيميائيّات


الأمانُ لدى التسخينِ


الأمانُ من الكهرباءِ


سلامةُ اليدَين


الأمانُ من الحيواناتِ


الأمانُ من الأجسامِ الحادَّةِ


الأمانُ من النباتاتِ

وقايةُ العينَيْن

ضعْ نظّارةَ الوقايةِ عندَما تتعاملُ مع الموادِّ الكيميائيَّةِ، كالأحماضِ والقواعدِ، أو أيِّ نوعٍ من مصادرِ اللهبِ وأجهزةِ التسخينِ. ضعْ نظّارةَ الوقايةِ في أيِّ وقتٍ، حتى ولو كانَ الاحتمالُ ضئيلاً في حصولِ ضررٍ لعينَيْك. بلِّغْ معلِّمَكَ فورَ دُخولِ أيِّ مادَّةٍ إلى عينَيْك، واغسلْهُما بماءِ الصنبورِ لمُدَّة ١٥ دقيقةً على الأقلِّ. تعاملْ مع أيِّ مادَّةٍ كيميائيَّةٍ مجهولةٍ كما لو أنَّها مادَّةٌ خطرةٌ. لا تنظرْ أبدًا إلى الشمسِ مُباشرةً، فقد يؤدّي ذلك إلى عمًى دائمٍ.



يُمنعُ وضعُ عدساتٍ لاصقةٍ في المُختبَرِ، حتى ولو كنْتَ تستخدمُ نظّارةَ الوقايةِ؛ فقد تدخلُ الموادُّ الكيميائيَّةُ بينَ عينَيْكَ والعدساتِ اللاصقةِ. وإذا كانَ لا بُدَّ من وضعِ العدساتِ اللاصقةِ بناءً على استشارةِ طبيبِكَ، فضعْ نظّارةَ وقايةٍ خاصَّةً بذلك.

أجهزةُ الأمانِ



تعرَّفْ موقعَ أقربِ جهازِ إنذارٍ ضدَّ الحريقِ، ومواقعَ جميعِ معدّاتِ الأمانِ والطوارئِ المُستخدَمةِ في المُختبَرِ، كبطّانيّاتِ الحريقِ ونقاطِ غسلِ العينَيْنِ، وكما يحدِّدُها معلِّمُك. وتعرَّفْ أيضًا الخُطواتِ الواجبَ اتِّباعُها في استخدامِ هذهِ المعدّاتِ.



النظافةُ والترتيبُ

أبقِ منطقةَ عملِكَ نظيفةً وخاليةً من الموادِّ المُتراكمةِ، ومن أيِّ كتبٍ أو أوراقٍ غيرِ ضروريَّةٍ. اربطِ الشعْرَ الطويلَ إلى الخلفِ. وارفَعِ الأكمامَ الفضفاضةَ المتدلِّيةَ أو أيَّ شيءٍ يتدلّى من الملابسِ، كأربطةِ العُنقِ والقلاداتِ. انزعْ أيَّ حُليٍّ مُتدلِّيةٍ. لا تنتعلِ الأحذيةَ المفتوحةَ على الأصابعِ، ولا الصنادلَ في المختبرِ. لا تتناولْ على الإطلاقِ طعامًا أو شرابًا في المُختبَرِ. ويُحظَّرُ استخدامُ مُستحضراتِ التجميلِ فيه. فقد يتلوَّثُ الطعامُ أو الشرابُ أو المستحضَرُ بموادَّ خطرةٍ.

الأجسامُ الحادَّةُ

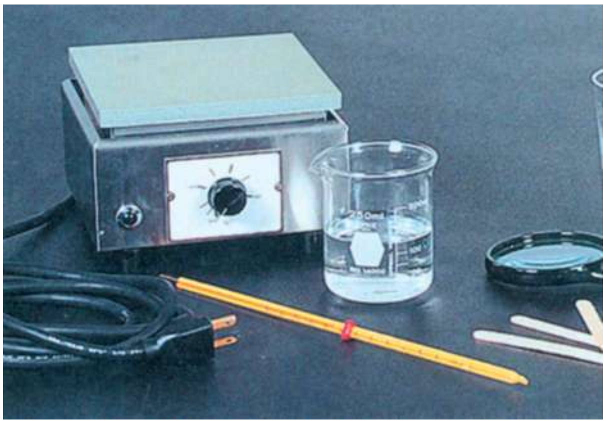
استخدِمْ بمُنتهى الحذرِ السكاكينَ والآلاتِ الحادَّةَ الأُخرى. لا تقُمْ على الإطلاقِ بقصِّ الأجسامِ أو تقطيعِها، وأنت مُمسكٌ بها. ضعِ الأجسامَ على سطحِ طاولةِ عملٍ مُلائمةٍ لأعمالِ القصِّ.



كنْ حذرًا جدًّا لدى استخدامِ الزجاجيّاتِ. ولدى إضافةِ أيِّ جسمٍ ثقيلٍ إلى مخبارٍ، احنِهِ قليلاً، بحيث ينزلقُ الجسمُ ببُطءٍ نحوَ القاعِ.

الحرارة

ضعْ نظّارةَ الوقايةِ حينَ تستخدمُ جهازًا للتسخينِ أو أيَّ مصدرٍ للهبِ. استخدمْ، كلّما كانَ ذلكَ مُمكنًا، سخّانًا كهربائيًّا كمصدرٍ للحرارةِ بدلَ اللهبِ. عندَما تُسخّنُ موادَّ في أنبوبِ اختبارٍ، احنِ دائمًا الأُنبوبَ لكي يكونَ اتّجاهُ فُوَّهتِهِ بعيدًا عنْكَ وعن زملائِكَ. لتفادي الحروقِ، ارتدِ قُفّازَيْنِ مُقاوِمَيْنِ للحرارةِ، عندَما يطلبُ إليكَ ذلكَ.





الموادُّ الكيميائيَّةُ

ضعْ نظّارةَ الوقايةِ لدى العملِ على الموادِّ الكيميائيَّةِ الخطرةِ، أو على الأحماضِ، أو على القواعدِ. عندَما تتعاملُ بمادَّةٍ كيميائيَّةٍ تجهلُها، تعامَلْ بها كما لو أنَّها خطرةٌ. ارتدِ على الدوامِ المئزرَ والقُفّازَيْنِ لدى العملِ على الأحماضِ أو القواعدِ، أو متى طُلبَ إليكَ القيامُ بذلكَ. إذا حصلَ تناثُرٌ على جلدِكَ أو ملابسِكَ، اغسلْهُما مُباشرةً لمدَّةِ ٥ دقائقَ على الأقلِّ. وخلالَ ذلكَ بلِّغْ مُعلِّمَكَ بما حصلَ.

لا تقُمْ على الإطلاقِ بمزجِ أيِّ موادَّ كيميائيَّةٍ إلاَّ إذا طلبَ إليكَ المُعلِّمُ ذلكَ. لا تتذوَّقْ ولا تلمسْ ولا تشمَّ أيَّ مادَّةٍ كيميائيَّةٍ إلا إذا كُنْتَ مُوجَّهًا للقيامِ بذلكَ. قبلَ التعامُلِ معَ سائلٍ أو غازٍ قابلٍ للاشتعالِ، تأكَّدْ من عدمِ وجودِ أيِّ مصدرٍ للنارِ، أو لشرارةٍ، أو للحرارةِ.



الكهرباء

تعاملْ بحذرٍ مع الأسلاكِ الكهربائيَّةِ. وحينَ تستخدمُ مجهرًا ذا مصباحٍ، لا تدعِ السلكَ الكهربائيَّ مُتدليًا، لئلاّ يتعثَّرَ به أحدٌ. لا تدعِ الأسلاكَ الكهربائيَّةَ تتدلّى من طرفِ الطاولةِ، لئلاّ تُسبِّبَ سقوطَ الأجهزةِ، إذا دُفعَتِ الأسلاكُ مُصادفةً. لا تستخدمْ أجهزةً لها أسلاكٌ كهربائيَّةٌ تالفةٌ. تأكَّدْ من أنَّ يديْكَ جافَّتانِ، وأن الجهازَ الكهربائيَّ مُطفأٌ قبلَ توصيلِهِ بالمقبسِ. أطفئِ الجهازَ، وافصلْهُ عن المقبسِ الكهربائيِّ حينَ تنتهي من العملِ عليه.





الوقايةُ من الحيواناتِ

اطلُبْ على الدوامِ الإذنَ من مُعلِّمِكَ قبلَ أن تُحضرَ أيَّ حيوانٍ إلى مبنى المدرسةِ. يجبُ أن تُدركَ أنَّ هُناكَ حيواناتٍ سامَّةً أو خطرةً. تعامَلْ معَ الحيواناتِ كما يُوجِّهُكَ مُعلِّمُك. وتعاملْ معها بعنايةٍ ورفقٍ. اغسلْ يدَيْكَ جيِّدًا بعدَ التعامُلِ مع أيِّ حيوانٍ.

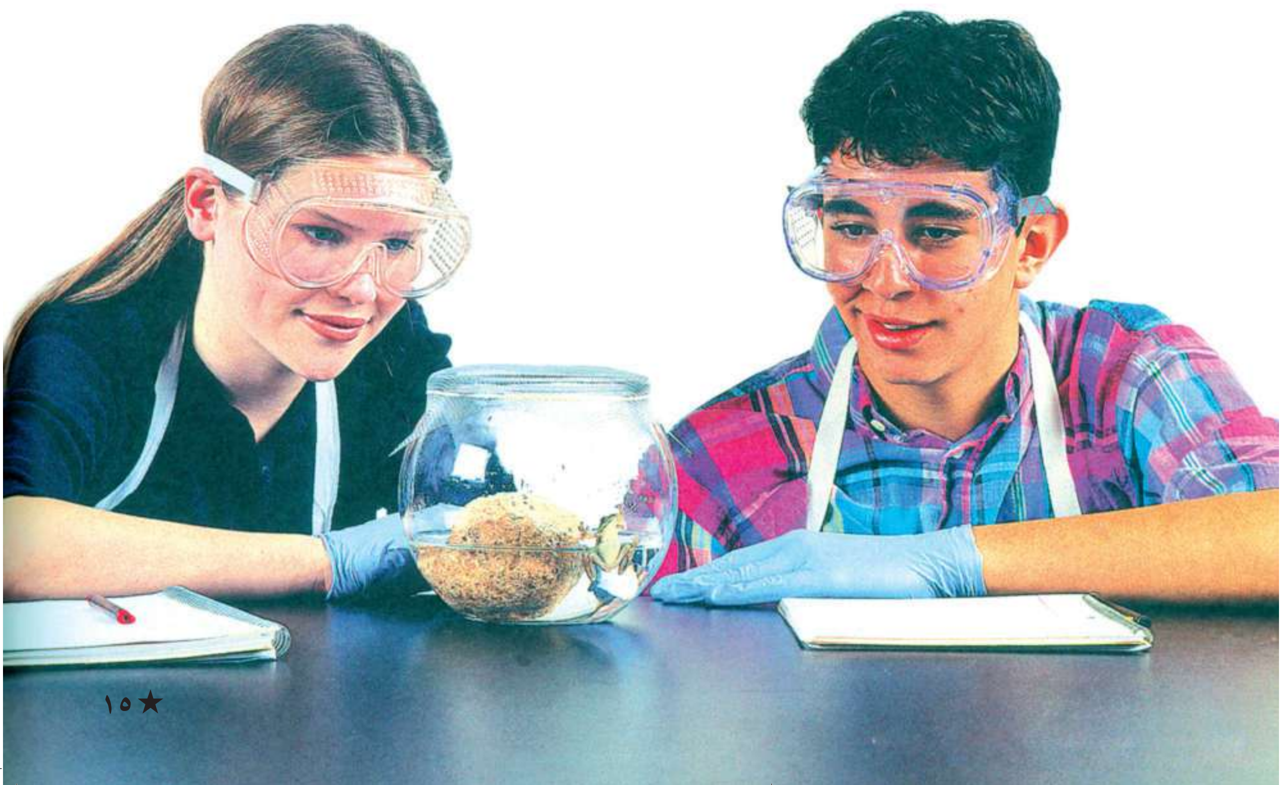
الوقايةُ من النباتِ

لا تأكُلْ أيَّ جُزءٍ من أيِّ نباتٍ مُستخدَمٍ في المُختبَرِ، أو من بُذورِ النباتِ، لا سيَّما التي تُباعُ في المتاجرِ. اغسلْ يدَيْكَ جيِّدًا بعدَ لمسِ أيِّ نباتٍ أو جُزءٍ من نباتٍ. في الطبيعةِ، لا تقتلِعْ أيَّ نباتٍ بريٍّ إلا إذا كانَتْ تعليماتُ المُعلِّمِ تسمحُ بذلك.



الزجاجيّات

تفحَّصِ الأدواتِ الزجاجيَّةَ قبلَ استخدامِها. تأكَّدْ من أنَّها نظيفةٌ، وأنَّها خاليةٌ من أيِّ خدشٍ، أو أيِّ تشقُّقٍ أو تصدُّعٍ. اكتُبْ تقريرًا لمُعلِّمِكَ عنِ الزجاجيّاتِ المُتضرِّرةِ. يجبُ أن تكونَ الأدواتُ الزجاجيَّةُ المُستخدَمةُ لأغراضِ التسخينِ، من نوعِ الزجاجِ المُقاوِمِ للحرارةِ.



الوَحدةُ

أ

الكائناتُ الحيَّةُ البسيطةُ والفطريّاتُ والنباتاتُ

هل تعرفُ مدى أهميَّةِ النباتات؟ تزوِّدُ النباتاتُ الكائناتِ الحيَّةَ الأخرى بالأكسجينِ والغذاءِ. كانَ الإنسانُ عبرَ التاريخِ يحاولُ فهمَ النباتات. في هذهِ الوحدة، سوفَ تتعلَّمُ عن كائناتٍ حيَّةٍ أُخرى غريبةٍ، مثلِ البكتيريا، والطلائعيَّاتِ، والفطريّاتِ. وتعرفُ أن بعضَها يسبِّبُ أمراضًا، ويُستخدمُ الآخرُ كغذاءٍ، ويوفِّرُ البعضُ الدواءَ.

١٦٨٣

كانَ أنتون فان ليفنهوك أوَّلَ منْ وصفَ البكتيريا.



١٨٩٧

اكملَتْ بيتريكس بوتر، مؤلِّفةُ «حكايةُ أرنب بيتر» مجموعتَها المكوَّنةَ من ٢٧٠ رسمًا بالألوانِ المائيَّةِ للفطريّات. اليومَ تعتبرُ خبيرةً في علمِ الفطريّات.



١٩٧١

كَرَّسَ أناندا شكراباريي علمَ الوراثةِ لتصميمِ بكتيريا يمكنُها أن تحطِّمَ جُزيئاتِ النفطِ في حوادثِ تسرُّبِ النفطِ.

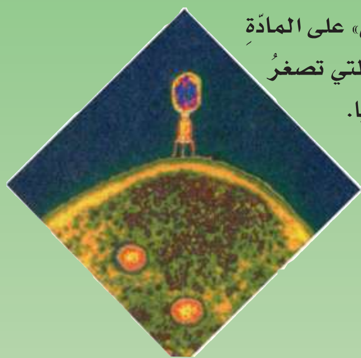


١٧٦٣
لقَّحَ جوزف كولرويتر السحلبيّات، واكتشفَ أنَّ النباتيْنِ الأبَوَيْنِ يمنحانِ النسلَ صفاتهما.

١٨٦٤
استعملَ لويس باستير الحرارةَ للقضاء على الميكروبات. أصبحَتْ هذه العمليَّةُ تُسمَّى البسترةَ.

١٨٦٦
أضافَ ارنستْ هيكلَ، إلى مملكتَي النباتاتِ والحيواناتِ المعروفَتَيْنِ من قبلُ مملكةً ثالثةً، هي الطلائعيَاتُ.

١٨٩٨
أطلقَ مارتينوس بايرينك اسمَ «فيروس» على المادّةِ المُعديةِ التي تصغرُ البكتيريا.



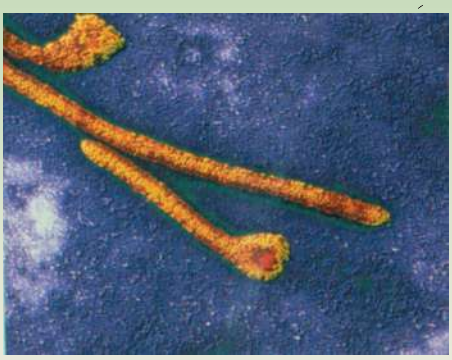
١٩٢٨
لاحظَ ألكساندر فليمنج أنّ بعضَ العفنِ يمكنَهُ أن يُزيلَ النموَّ البكتيريَّ واكتشفَ بالتالي البنسيلين.



١٩٥٥
طوَّرَ الدّكتور يوناس سالك لقاحًا لفيروسِ شلل الأطفالِ وانتشرَ استعمالُه.

١٩٨٣
تمَّ عزلُ الفيروس HIV المسؤولِ عن مرضِ الأيدز.

١٩٩٥
تفشّى وباءُ فيروس إيبولا القاتل في زائير.

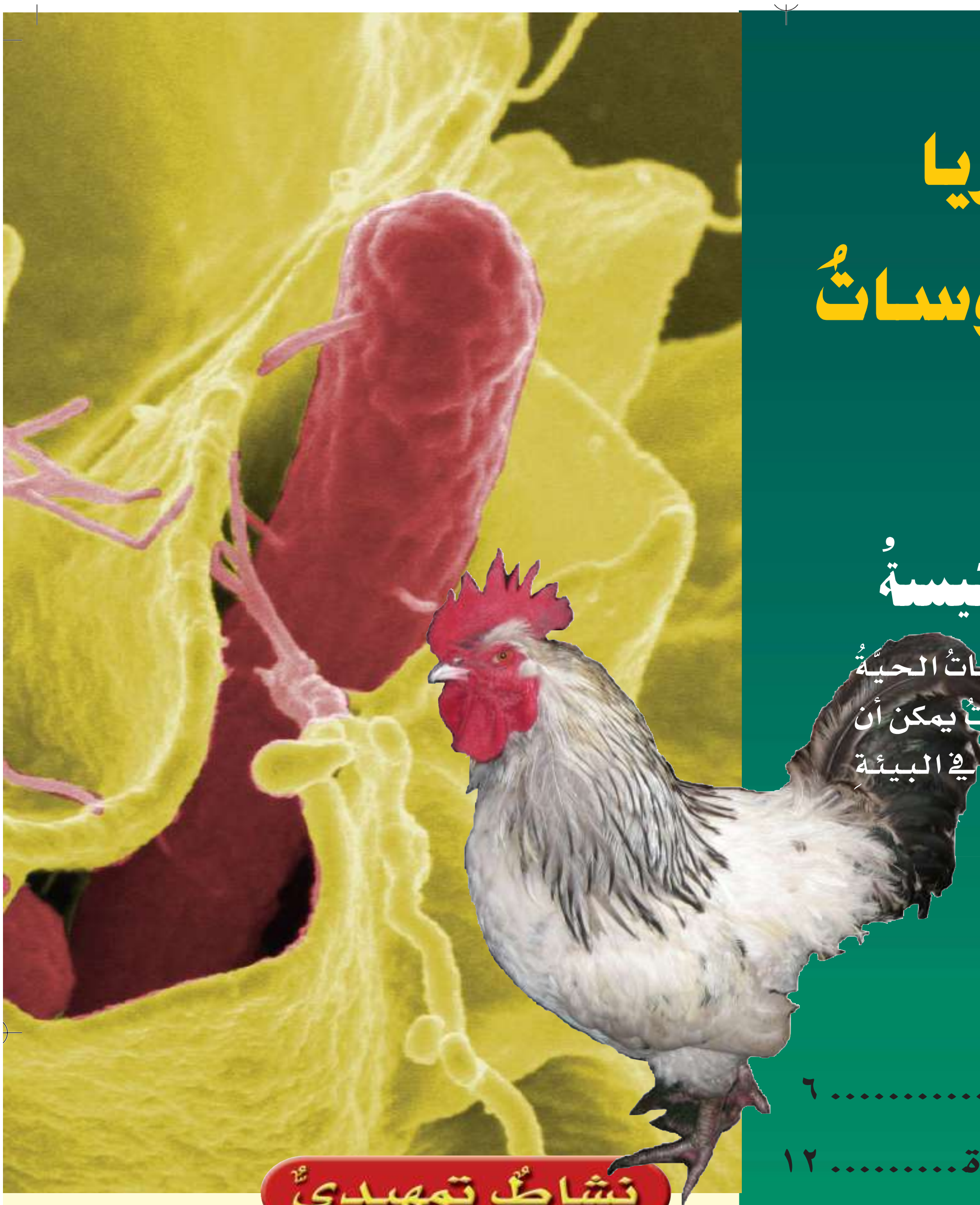


٢٠٠٢
كسرَ فريقٌ دوليٌّ شيفرةَ الحمضِ النوويِّ للكائنِ الطلائعيِّ الذي يسبِّبُ الملاريا، والبعوضِ الذي يحملُه. من نتائج ذلك فتحُ البابِ على ابتكارِ أدويةٍ أكثرَ فاعليَّةً ضدَّ الملاريا.



الفصل

١ البكتيريا والفيروساتُ



الفكرةُ الرئيسةُ

البكتيريا والكائناتُ الحيَّةُ القديمةُ والفيروساتُ يمكن أن تؤدِّيَ أدوارًا مهمَّةً في البيئة وصِحَّةِ الإنسانِ.

القسم

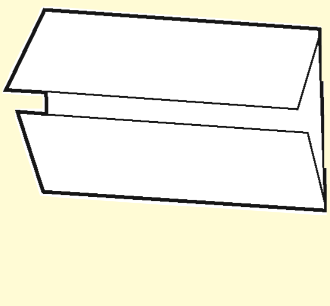
حولَ الصورةِ

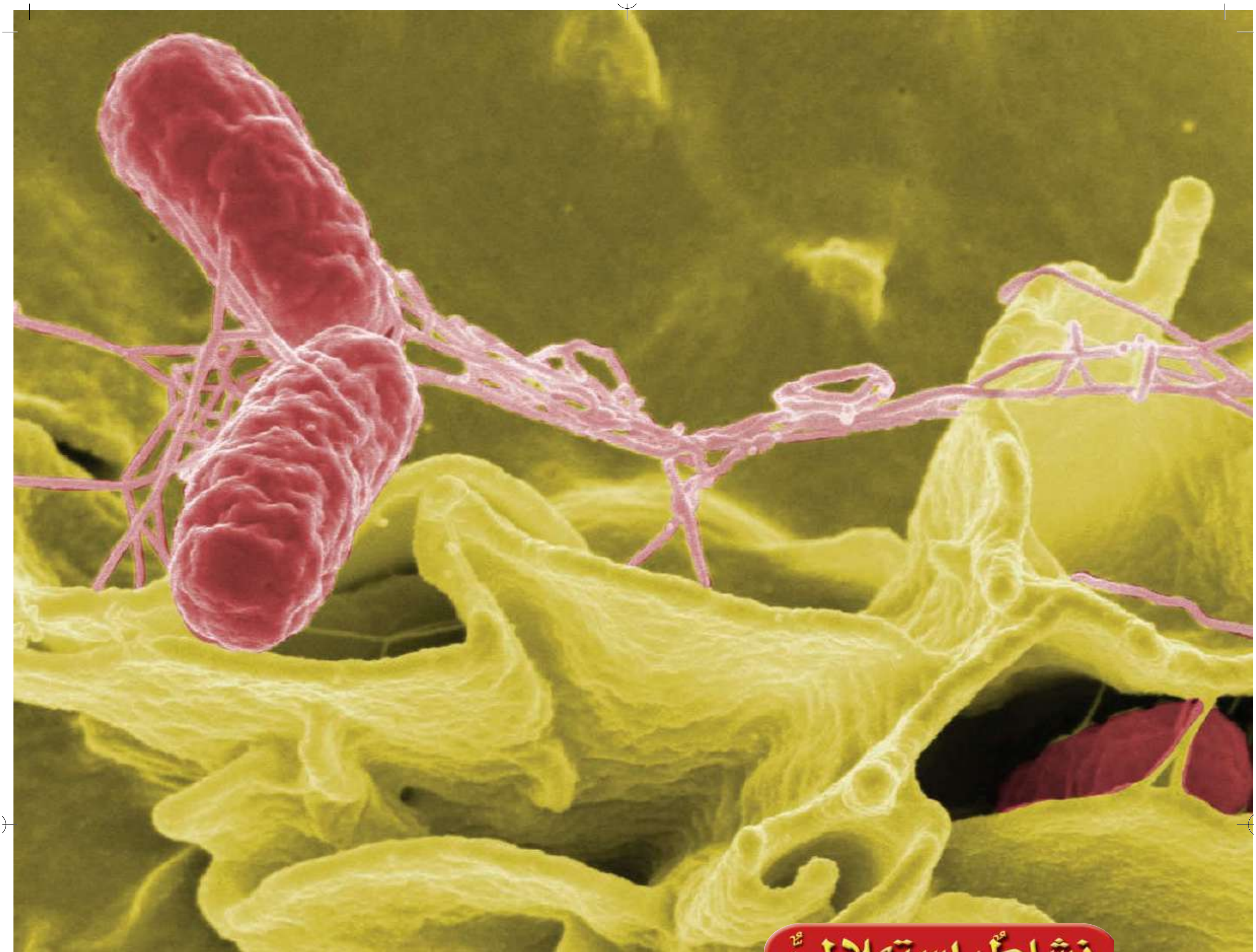
البكتيريا موجودةٌ في كلِّ مكانٍ. بعضُها يزوِّدُنا بالأدويةِ، وبعضُها الآخرُ يصنعُ أطعمةً نأكلُها. وقسمٌ ثالثٌ كهذهِ المصوَّرةِ هنا، يمكنُ أن يسبِّبَ مرضًا. فهذه البكتيريا نوعٌ من السالمونيلّا، ويمكنُها أن تسبِّبَ التسمُّمَ الغذائيَّ. يمكنُ أن تعيشَ السالمونيَّلا داخل أجسامِ الدجاجِ والطيورِ الأخرى. البيضُ والدجاجُ المطبوخانِ بشكلٍ صحيحٍ يضمنانِ عدمَ الإصابةِ بمرضِ السالمونيَّلا.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

مصراعا باب: قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قمْ بإعدادِ ملفٍّ **مصراعي الباب**، اكتبْ كلمةَ «بكتيريا» على إحدى الطَّيَّتَينِ وكلمةَ «فيروسات» على الطيَّةِ الأخرى. وأنتَ تقرأُ الفصلَ، قارنْ بينَ الموضوعَيْنِ، واكتبْ خصائصَ كلِّ موضوعٍ داخلَ الطيَّةِ الخاصَّةِ به.





نشاطٌ استهلاليٌّ

مرافقونا الدائمون

البكتيريا موجودةٌ في التُّربةِ وفي الهواءِ، وحتى داخلَ جسمِك. عندما تُربّى البكتيريا المِجهريَّةُ في المختبرِ تشكِّلُ مستعمراتٍ يمكنُكَ أن تراها. في هذا النشاطِ تلاحظُ بعضَ البكتيريا التي تشاركُكَ عالَمَك.

الخطوات

١. خُذْ من معلِّمِكَ **ثلاثةَ صحونِ بتري بلاستيكيَّةٍ تحتوي على مادَّةِ أجارٍ غذائيَّةٍ**. سمِّ أحدَ الصحونِ «يد» والثاني «هواء زفير» والثالثَ «تربة».

٢. امسحْ بإصبعِكَ على الأجارِ في الصحنِ المسمّى «يد». تنفَّسْ في الصحنِ المسمّى «هواء زفير». وضَعْ **كميَّةً صغيرةً من التربةِ** في الصحنِ المسمّى «تربة».

٣. ثبِّتْ أغطيةَ الصحونِ بشريطٍ **لاصقٍ شفّافٍ**. اغسِلْ يدَيْك. ضَعِ الصحونَ مَقلوبةً في مكانٍ دافئٍ مظلمٍ، لمدَّةِ أسبوعٍ واحدٍ تقريبًا. **احذرْ:** لا تفتحْ صحونَ بتري بعد إغلاقِها.

٤. لاحظْ صحونَ بتري كلَّ يومٍ. ماذا ترى؟ سجِّلْ ملاحظاتِك.

التحليل

١. فيمَ يختلفُ مظهرُ المستعمراتِ الناميةِ على مادَّةِ الأجارِ من صحنٍ إلى آخرَ؟ ماذا تشبهُ تلك المستعمراتُ البكتيريَّةُ؟

٢. أيُّ مصدرٍ سبَّبَ النموَّ البكتيريَّ الأكبرَ: اليدُ أم هواءُ الزفيرِ، أم التربةُ؟ لماذا، في رأيك، سبَّبَ هذا المصدرُ النموَّ؟

القسم
١

البكتيريا والكائناتُ الحيَّةُ القديمةُ

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ خصائصَ الكائناتِ بدائيَّةِ النواة.
- يوضِّحُ كيف تتكاثرُ الكائناتُ بدائيَّةُ النواة.
- يصفُ ترابطَ خصائصِ الكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الكائنُ بدائيُّ النواةِ
الانشطارُ الثنائيُّ
البوغُ الداخليُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبل قراءتك لهذا القسم، ماذا تقولُ عن كلٍّ من الجملتَيْن التاليتَيْن: صحَ أمْ خطأ؟

- يوجدُ فقط بضعةُ أنواعٍ من البكتيريا.
- معظمُ البكتيريا أصغرُ بكثيرٍ من أن تُرَى بالعينِ المجرَّدةِ.

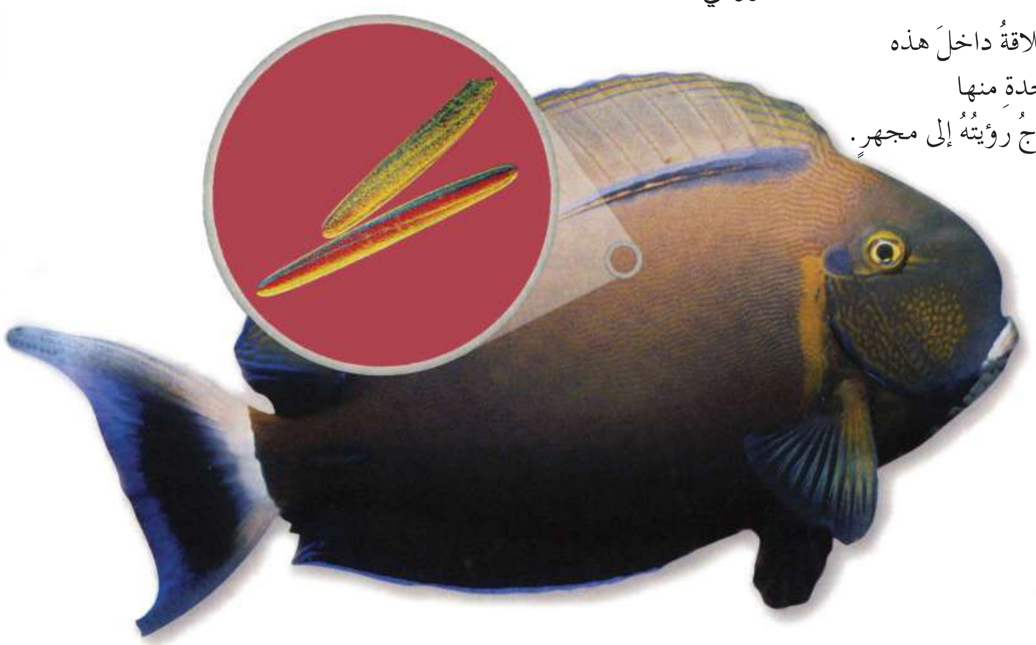
ما عددُ البكتيريا في حفنةٍ من التربةِ؟ هل تصدِّقُ أنَّ جرامًا واحدًا من التربةِ (ما يساوي كتلةَ مِحاةِ قلمِ رصاصٍ) قد يكونُ فيه أكثرُ من ٢,٥ مليارِ بكتيريا؟ وأنَّ حفنةً من التربةِ قد تحتوي على تريليوناتِ البكتيريا!

كلُّ الكائناتِ الحيَّةِ تتلاءَمُ معَ واحدٍ من المجالاتِ الثلاثةِ: البكتيريا، أو الكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ، أو الكائناتِ الحيَّةِ حقيقيَّةِ النواةِ. مجالا البكتيريا والكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ يتألَّفانِ من كائناتٍ حيَّةٍ أُحاديَّةِ الخليَّةِ ليسَ لها نواةٌ. يعيشُ أعضاءُ مجالِ البكتيريا في التربةِ والماءِ، وفي أجسامِ الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى. يتضمَّنُ مجالُ الكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ الكائناتِ الحيَّةَ الموجودةَ في بيئاتٍ قاسيةٍ كالينابيعِ الحارَّةِ. ويشتملُ هذانِ المجالانِ على أقدمِ أشكالِ الحياةِ على الأرضِ.

بعضُ خصائصِ البكتيريا والكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ

يوجدُ من البكتيريا على كوكبِ الأرضِ أكثرُ مما يوجدُ من كلِّ الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى مجتمعةً. ومعظمُ البكتيريا أصغرُ بكثيرٍ من أنْ تُرَى بدونِ مجهرٍ. لكنْ ليسَتْ كلُّ البكتيريا بالحجمِ نفسِه. إنَّ أكبرَ بكتيريا معروفةٍ هي في الحقيقةِ أكبرُ بألفِ مرَّةٍ من متوسِّطِ حجمِ البكتيريا. أحدُ هذه الأصنافِ من البكتيريا العملاقةِ اكتُشِفَ داخلَ سَمكةٍ من النوعِ الظاهرِ في **الشكل ١**. لأفرادِ مجالِ البكتيريا ثلاثةُ أشكالٍ: شكلٌ عَصَويٌّ، وشكلٌ كرويٌّ، وشكلٌ حلزونيٌّ.

تحقَّق
ما الأشكالُ الثلاثةُ للبكتيريا؟

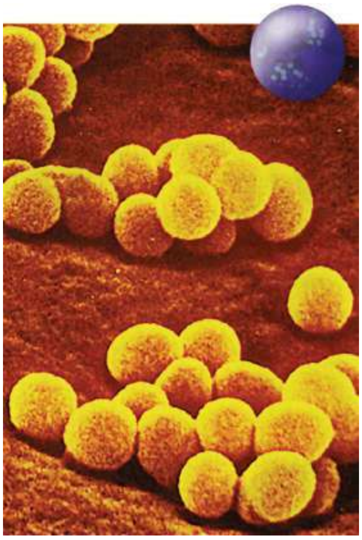


الشكل ١ البكتيريا العملاقةُ داخلَ هذه السمكةِ يبلغُ طولُ الواحدةِ منها 0,6 mm، حجمٌ لا تحتاجُ رؤيتُهُ إلى مجهرٍ.

الشكلُ ٢ أكثرُ أشكالِ البكتيريا شيوعًا.



البكتيريا العَصَويَّةُ الشكل لها مساحةٌ سطحيَّةٌ كبيرةٌ، تساهمُ في حصولِها على الموادِّ الغذائيَّة. لكنَّ المساحةَ السطحيَّةَ الكبيرةَ يمكنُ أن تعرِّضَها للجفافِ بسهولة.



البكتيريا الكرويَّةُ الشكل هذا الشكلُ يقيها من أن تجفَّ بسرعةٍ كالبكتيريا العصويَّة.



البكتيريا الحلَزونيَّةُ الشكل طويلةٌ ولولبيَّةُ الشكل. وهي تستخدمُ الأسواطَ الموجودةَ على طرفَيْها للتحرُّكِ بشكلٍ حلزوني.

خصائصُ البكتيريا

تتنوَّعُ أشكالُ البكتيريا. ومعظمُها ذو جدرانٍ خلويَّةٍ قاسيةٍ هي التي تحدِّدُ أشكالَها. انظرِ **الشكلَ ٢**.

إنَّ لبعضِ البكتيريا أجزاءً شبيهةً بالشعرِ تُسمّى الأسواطَ. تساعدُ الأسواطُ البكتيريا على التحرُّكِ في محيطِها. فهي تتحرَّكُ حركةً دائريَّةً تدفعُ البكتيريا في أوساطِ الماءِ، أو في السوائلِ الأخرى.

جميعُ أنواعِ البكتيريا والكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ أُحاديَّةُ الخليَّةِ وبلا نواةٍ. الكائنُ الحيُّ الذي ليسَ له نواةٌ محدَّدةٌ بغلافٍ يُسمّى **الكائنَ بدائيَّ النواة** **Prokaryote**. الكائناتُ بدائيَّةُ النواةِ قادرةٌ على الحركةِ، وهي تحصُلُ على الطاقةِ، وتتكاثرُ، كالخلايا ذاتِ النواةِ التي تسمَّى حقيقيَّةَ النواة.

تتلاصقُ بعضُ البكتيريا لتشكِّلَ خيوطًا أو صفحاتٍ رقيقةً. لكنَّ كلَّ خليَّةِ بكتيريا تعملُ ككائنٍ حيٍّ منفردٍ. معظمُ الكائناتِ بدائيَّةُ النواةِ أبسطُ وأصغرُ جدًّا من الكائناتِ حقيقيَّةِ النواةِ. والكائناتُ بدائيَّةُ النواةِ تختلفُ أيضًا في تكاثرِها عن الكائناتِ حقيقيَّةِ النواةِ.

الكائنُ بدائيُّ النواة: كائنٌ حيٌّ مكوَّنٌ من خليَّةٍ وحيدةٍ بلا نواةٍ محدَّدةٍ بغلاف.

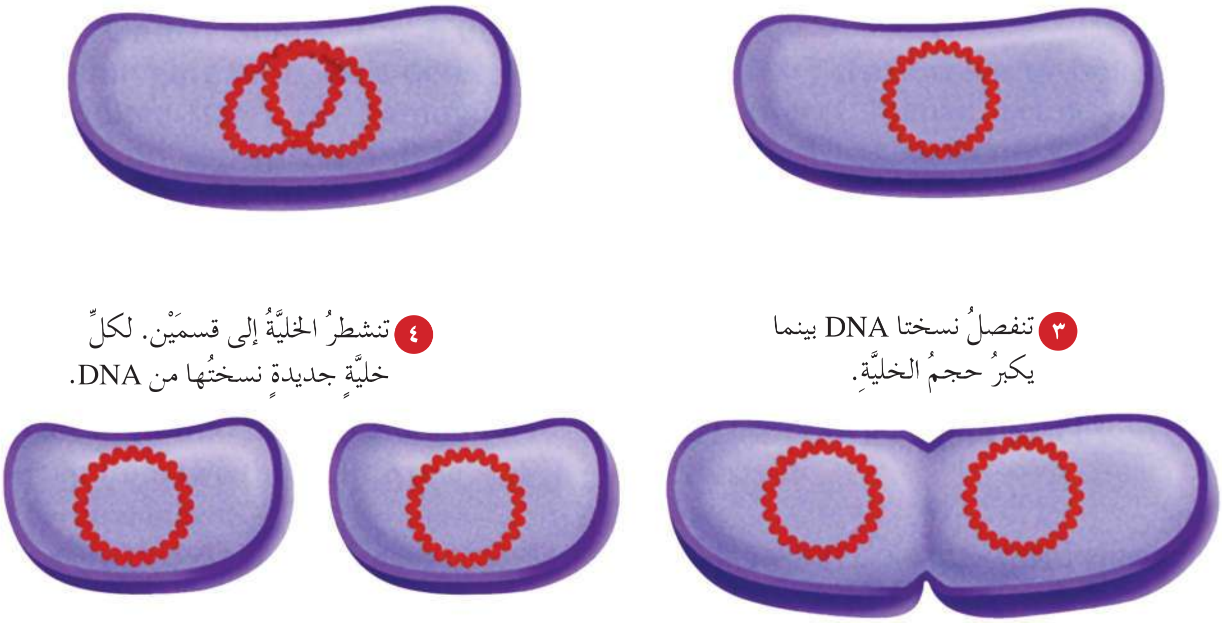
مختبرٌ سريعٌ

فحصُ البكتيريا الحُلزونيَّة

١. مُستخدمًا **المجهرَ** لاحظْ **شرائحَ** محضَّرةً من **البكتيريا**. ارسُمْ كلَّ صنفٍ تراهُ من البكتيريا.

٢. ما الأشكالُ المختلفةُ التي تراها؟ ماذا تُسمّى هذه الأشكالُ؟

الشكلُ ٣ انشطارٌ ثنائيّ



١ تنمو الخَليَّةُ

٢ يُنْسَخُ DNA ويرتبطُ بغشاءِ الخليَّة.

٣ تنفصلُ نسختا DNA بينما يكبرُ حجمُ الخليَّة.

٤ تنشطرُ الخليَّةُ إلى قسمَيْن. لكلِّ خليَّةٍ جديدة نسختُها من DNA.

تكاثرُ الكائناتِ بدائيَّةِ النواةِ

تتكاثرُ الكائناتُ بدائيَّةُ النواةِ بالعمليَّةِ الظاهرةِ في **الشكل ٣**. هذه العمليَّةُ تُسمّى الانشطارَ الثنائيّ. **الانشطارُ الثنائيُّ** Binary fission تكاثرٌ يجري فيه انشطارُ الكائنِ أحاديِّ الخليَّةِ الى كائنَيْن أحاديَّي الخليَّة.

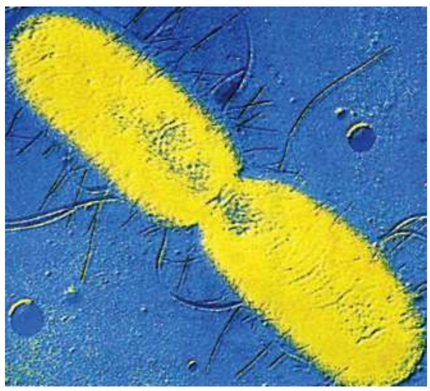
الكائناتُ الحيَّةُ بدائيَّةُ النواةِ ليسَ لها نواةٌ محدَّدةٌ، لذلك لا يكونُ الحمضُ النوويُّ منقوص الأكسجين DNA مُحاطًا بغشاءٍ. وDNA عندَ الكائناتِ بدائيَّةِ النواةِ حَلَقيُّ الشكلِ. في الخطوةِ الأولى للانشطارِ الثنائيِّ، يُنسَخُ DNA. ثمَّ ترتبطُ نسختا DNA بمكانَيْنِ مختلفَيْن من داخل غشاءِ الخليَّة. فبينما تنمو الخليَّةُ وغشاؤُها، تنفصلُ حلقتا DNA. وأخيرًا عندَما يُصبحُ حجمُ الخليَّةِ ضعفَ حجمِها الأصليِّ تقريبًا، يتخصَّرُ الغشاءُ إلى الداخل، كما هو ظاهرٌ في **الشكل ٤**. ويتكوَّنُ جدارٌ خلويٌّ جديدٌ يفصلُ بينَ الخليَّتَيْن الجديدتَيْن. يصبحُ لكلِّ خليةٍ جديدةٍ نسخةٌ طبقُ الأصلِ من DNA للخليَّةِ الأُمِّ.

تحقَّق

ما الانشطارُ الثنائيُّ؟

الانشطارُ الثنائيُّ: شكلٌ من التكاثرِ اللاجنسيِّ عندَ الكائناتِ الحيَّةِ أحاديَّةِ الخليَّة. وفيه تنقسمُ خليَّةٌ واحدةٌ إلى خليَّتَيْن.

الشكل ٤ هذه البكتيريا على وشْكِ أن تكمِلَ الانشطارَ الثنائيّ.



الأبواغُ الداخليَّةُ

معظمُ أنواعِ البكتيريا تنشطُ في الأماكنِ الرطْبةِ الدافئةِ. في البيئةِ الجافَّةِ أو البارِدةِ، تموتُ بعضُ أنواعِ البكتيريا. وفي هذهِ الظروفِ، تصبحُ أنواعٌ أُخرى منَ البكتيريا خاملةً وتشكِّلُ أبواغًا داخليَّةً. يحتوي **البوغُ الداخليُّ** **Endospore** على مادَّةٍ وراثيَّةٍ وبروتيناتٍ، ويحيطُ بهِ غلافٌ وقائيٌّ سميكٌ. وتستطيعُ أبواغٌ كثيرةٌ أن تبقى حيَّةً في أماكنَ حارَّةٍ جدًّا، أو باردةٍ جدًّا، أو جافَّةٍ جدًّا. عندما تتحسَّنُ الظروفُ البيئيَّةُ، تنفتحُ الأبواغُ وتنشطُ البكتيريا ثانيةً. فقدْ وجدَ العلماءُ أبواغًا داخليَّةً ضمنَ حشرةٍ ظلَّتْ محفوظةً في الكهرمانِ ٣٠ مليونَ سنةٍ. وعندما رُطِّبَتِ الأبواغُ في المختبرِ بدأَتِ البكتيريا بالنموِّ! يُظهرُ **الشكلُ ٥** قطعةً مماثلةً منَ الكهرمانِ.



الشكل ٥ الأبواغُ الداخليَّةُ التي وُجِدَتْ في حشرةٍ محفوظةٍ، كهذه، أظهرَتْ للعلماءِ أنَّ البكتيريا يُمكِنُ أن تبقى حيَّةً لملايينِ السنين.

مجالُ البكتيريا

معظمُ الكائناتِ الحيَّةِ بدائيَّةِ النواةِ المعروفةِ هيَ بكتيريا. يضمُّ مجالُ البكتيريا، من حيثُ أعدادُ الأفرادِ، أكثرَ مما تضمُّ جميعُ المجالاتِ الأخرى مجتمعةً. ويعتقدُ العلماءُ أنّ البكتيريا عاشَتْ على الأرضِ منذُ أكثرَ من ٣,٥ مليارِ سنةٍ.

البوغُ الداخليُّ: بوغٌ محاطٌ بجدارٍ وقائيٍّ سميكٍ يتشكَّلُ داخلَ خليَّةٍ بكتيريَّةٍ، ويقاومُ الظروفَ البيئيَّةَ القاسيةَ.

تصنيفُ البكتيريا

تعتمدُ إحدى طرقِ تصنيفِ البكتيريا على كيفيَّةِ حصولِها على الغذاءِ. معظمُ البكتيريا، هي مستهلِكةٌ، كما في **الشكلِ ٦**. تحصلُ المستهلِكاتُ على غذائِها من الكائناتِ الحيَّةِ الأُخرى. كثيرٌ من البكتيريا بكتيريا محلِّلَةٌ، تتغذَّى على الكائناتِ الميْتةِ. وتعيشُ المستهلِكاتُ البكتيريَّةُ الأخرى على أجسامِ كائناتٍ حيَّةٍ أُخرى أو داخلَها. البكتيريا التي تصنعُ غذاءَها الخاصَّ بها تُسمّى بكتيريا مُنتِجةً. هذه البكتيريا تستخدِمُ طاقةَ ضوءِ الشمسِ أو طاقةً كيميائيَّةً لصُنْعِ الغذاءِ.



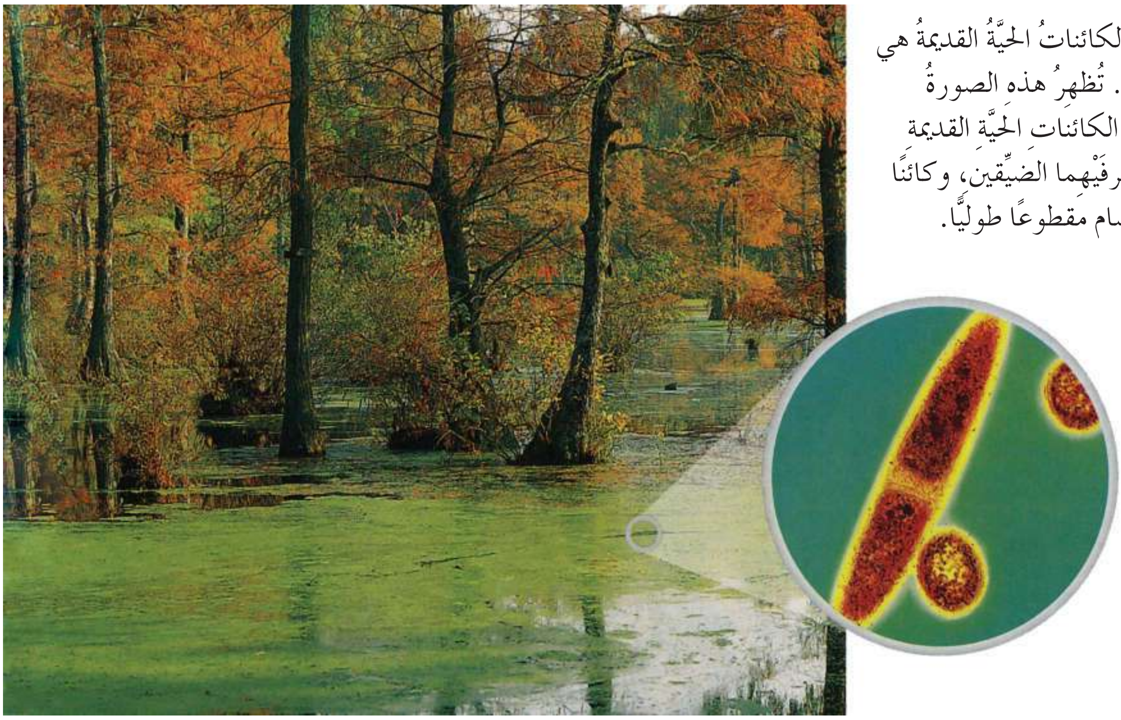
الشكل ٦ المحلِّلاتُ، كالتي تساعدُ على تحلُّلِ هذهِ الورقةِ، تعيدُ الموادَّ الغذائيَّةَ إلى التربةِ لتستخدمَهَا كائناتٌ حيَّةٌ أُخرى.

البكتيريا الزرقاءُ

البكتيريا الزرقاءُ كائناتٌ منتِجةٌ تعيشُ عادةً في الماءِ. تحتوي هذه البكتيريا على صبغةٍ خضراءَ، هي **الكلوروفيل**. الكلوروفيلُ مهمٌّ للبناءِ الضوئيِّ (عمليةِ صنعِ الغذاءِ من طاقةِ ضوءِ الشمسِ). وللكثيرِ من البكتيريا الزرقاءِ صبغاتٌ أُخرى كذلك. ولبعضِها صِبْغةٌ زرقاءُ تساهمُ في البناءِ الضوئيِّ. تمنحُ هذه الصِّبْغةُ البكتيريا الزرقاءَ لونَها الأزرقَ. ولدى بعضِ البكتيريا الزرقاءِ الأُخرى صبغةٌ حمراءُ. يحصلُ طائرُ الفلامنجو على لونِهِ الورديِّ من أكلِ البكتيريا الزرقاءِ التي تحتوي على الصِّبغةِ الحمراءِ.

مجالُ الكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ

الأنواعُ الرئيسةُ الثلاثةُ من الكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ هي **مُحِبّاتُ الحرارةِ** و**مُحِبّاتُ الملحِ** و**صانعاتُ الميثانِ**. تعيشُ مُحِبّاتُ الحرارةِ في الفُتُحاتِ العميقةِ للمحيطِ وفي الينابيعِ الحارَّةِ. وهي تعيشُ في مياهٍ حارَّةٍ جدًّا تُراوحُ حرارتُها بينَ 60°C و 80°C عادةً. لكنَّها تستطيعُ تحمُّلَ درجاتِ حرارةٍ أعلى من 250°C. وتعيشُ محِبّاتُ الملحِ في بيئاتٍ ذاتِ مستوياتٍ عاليةٍ من الملحِ، كالبحرِ الميِّتِ والبحيرةِ الكبرى في أمريكا. أمّا صانعاتُ الميثانِ فتطلِقُ غازَ الميثانِ وتعيشُ في المستنقعاتِ وفي أمعاءِ الحيواناتِ. يظهرُ في **الشكلِ ٧** نوعٌ من صانعاتِ الميثانِ يوجد في طينِ المستنقعاتِ.



الشكل ٧ هذه الكائناتُ الحيَّةُ القديمةُ هي صانعاتُ الميثانِ. تُظهِرُ هذه الصورةُ المجهريَّةُ اثنينِ من الكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ مقطوعَيْنِ عندَ طرفَيْهِما الضيِّقينِ، وكائنًا قديمًا أثناءَ الانقسامِ مقطوعًا طوليًّا.

البيئاتُ القاسيةُ

غالبًا ما تعيشُ الكائناتُ الحيَّةُ القديمةُ حيثُ لا يعيشُ أيُّ كائنٍ آخرَ. وأكثرُها يفضِّلُ البيئاتِ التي يوجدُ فيها القليلُ من الأكسجينِ أو البيئاتِ الخاليةَ من الأكسجينِ. ولقد وجدَها العلماءُ في الينابيعِ الحارَّةِ في حديقةِ يلوستونَ العامَّةِ، وعلى عمقِ 430 m من الجليدِ في القارَّةِ القطبيَّةِ الجنوبيَّةِ. ووجدتِ الكائناتُ الحيَّةُ القديمةُ تعيشُ حتّى على عمقِ 8 km من سطحِ الأرضِ! ومع أنَّها توجدُ غالبًا في هذهِ البيئاتِ القاسيةِ، فإنَّ الكثيرَ منها يمكنُ أن يوجدَ أيضًا في البيئاتِ المعتدلةِ في المحيطاتِ.

تختلفُ الكائناتُ الحيَّةُ القديمةُ عنِ البكتيريا. فالكائناتُ الحيَّةُ القديمةُ ليسَتْ كلُّها ذاتَ جُدرانٍ خلويَّةٍ. لكنْ، حتى عندما يكونُ لها جُدرٌ خلويَّةٌ، فإنَّ جدرَها تختلفُ كيميائيًّا عنْ جُدرِ البكتيريا.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- البكتيريا والكائناتُ الحيَّةُ القديمةُ بدائيَّةُ النواةِ، وهي كائناتٌ حيَّةٌ أحاديَّةُ الخليَّةِ وتفتقرُ إلى نواةٍ حقيقيَّةٍ.
- أكثرُ البكتيريا لها جُدرٌ خلويَّةٌ. والأشكالُ الرئيسةُ للبكتيريا هي العصويَّةُ والكرويَّةُ والحلزونيَّةُ.
- تتكاثرُ الكائناتُ بدائيَّةُ النواةِ بالانشطارِ الثنائيِّ. في الانشطارِ الثنائيِّ، تَنقسِمُ الخليَّةُ الواحدةُ إلى خليَّتَيْنِ.
- تُصنَّفُ البكتيريا جزئيًّا بحسبِ طريقةِ حصولِها على الغذاءِ، إلى منتجاتٍ ومستهلكاتٍ.
- تعيشُ الكائناتُ الحيَّةُ القديمةُ في البيئاتِ القاسيةِ. والأنواعُ الرئيسةُ الثلاثةُ للكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ، هي مُحبّاتُ الحرارةِ، ومحبّاتُ الملحِ، وصانعاتُ الميثانِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

الجملتانِ التاليتانِ خطأ. استبدلْ، في كلٍّ منهما، التعبيرَ الذي تحتَهُ خط لتكونا صحيحتَيْنِ.

١. البكتيريا كائناتٌ حيَّةٌ حقيقيَّةُ النواةِ.

٢. تتكاثرُ البكتيريا بالانشطارِ الأوَّليِّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. التركيبُ، الذي يساعدُ بعضَ البكتيريا على بقائِها حيَّةً في الظروفِ القاسيةِ، يسمَّى:

أ. البوغَ الداخليَّ.

ب. القشرةَ.

ج. البوغَ الخارجيَّ.

د. الهيكلَ الخارجيَّ.

٤. فيمَ تختلفُ البكتيريا عن الكائناتِ الحيَّةِ القديمةِ؟

٥. ارسُمِ المراحلَ الأربعَ للانشطارِ الثنائيِّ وسِمْ كلَّ مرحلةٍ.

٦. اذكرْ أهميَّةَ كلِّ شكلٍ من أشكالِ البكتيريا.

٧. ما الخاصّتانِ المشتركتانِ بينَ البكتيريا المُنتجةِ والنباتاتِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٨. الأونصةُ الواحدةُ تساوي 28 g تقريبًا. إذا ضَمَّ جرامٌ واحدٌ من التربةِ 2,5 مليارِ بكتيريا، فكم يكونُ عددُ البكتيريا الَّذي تضمُّهُ أونصةٌ واحدةٌ من التربةِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ**: كثيرٌ منَ البكتيريا لا يستطيعُ التكاثرَ عندَ درجاتِ الحرارةِ المتدنيَّةِ. وهي تتدمرُ عندَ درجاتِ الحرارةِ المرتفعةِ. كيف يستغلُّ الإنسانُ هذهِ الحقيقةَ عندَ إعدادِ الطعامِ وتخزينِه؟

١٠. **مقارنة**: يدرسُ العلماءُ بيئاتٍ باردةً وجافَّةً على الأرضِ، تشبهُ البيئةَ على كوكبِ المريخِ. ما الأنواعُ بدائيَّةُ النواةِ التي تتوقَّعُ أنْ يجدوها في هذهِ البيئاتِ الأرضيَّةِ؟ وضحْ إجابتَكَ.

١١. **وضعُ الفرضيَّاتِ**: أنتَ تدرسُ بحيرةً معيَّنةً والكائناتِ بدائيَّةَ النواةِ التي تعيشُ فيها. أيَّ ظروفٍ في البحيرةِ يجبُ أنْ تقيسَ لتضعَ فرضيَّةً حولَ أنواعِ الكائناتِ الحيَّةِ بدائيَّةِ النواةِ التي تعيشُ في البحيرةِ؟

القسمُ ٢

دورُ البكتيريا في الحياةِ

هل أُصِبْتَ يومًا بالتهابٍ في الحنجرةِ أو بتسوُّسٍ في إحدى أسنانِك. هل عرفتَ أنَّ سببَهما البكتيريا؟

تعيشُ البكتيريا في مائِنا وغذائِنا وأجسامِنا. استفادَ العلماءُ الذين يكافحونَ الأمراضَ البكتيريَّةِ من تجاربِهم. لكن لا يوجدُ بينَ آلافِ أنواعِ البكتيريا سوى بضعِ مئاتٍ فقط تسبِّبُ أمراضًا. وكثيرٌ من البكتيريا تقومُ بأعمالٍ مفيدةٍ للإنسانِ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يوضِّحُ الدورَ الكبيرَ للبكتيريا في الحياةِ.
- يعدِّدُ الطرقَ الثلاثَ التي تفيدُ فيها البكتيريا الإنسانَ.
- يصفُ طريقتَيْن قد تُضِرُّ فيهما البكتيريا بالإنسانِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

المعالجةُ الحيويَّةُ
المضادُّ الحيويُّ
البكتيريا المسبِّبةُ للمرضِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: أثناءَ قراءتِكَ لهذا القسمِ، ضعْ مخطَّطًا لمفاهيمِهِ الأساسيَّةِ، مستخدمًا عناوينَهُ.

مفيدٌ للبيئةِ

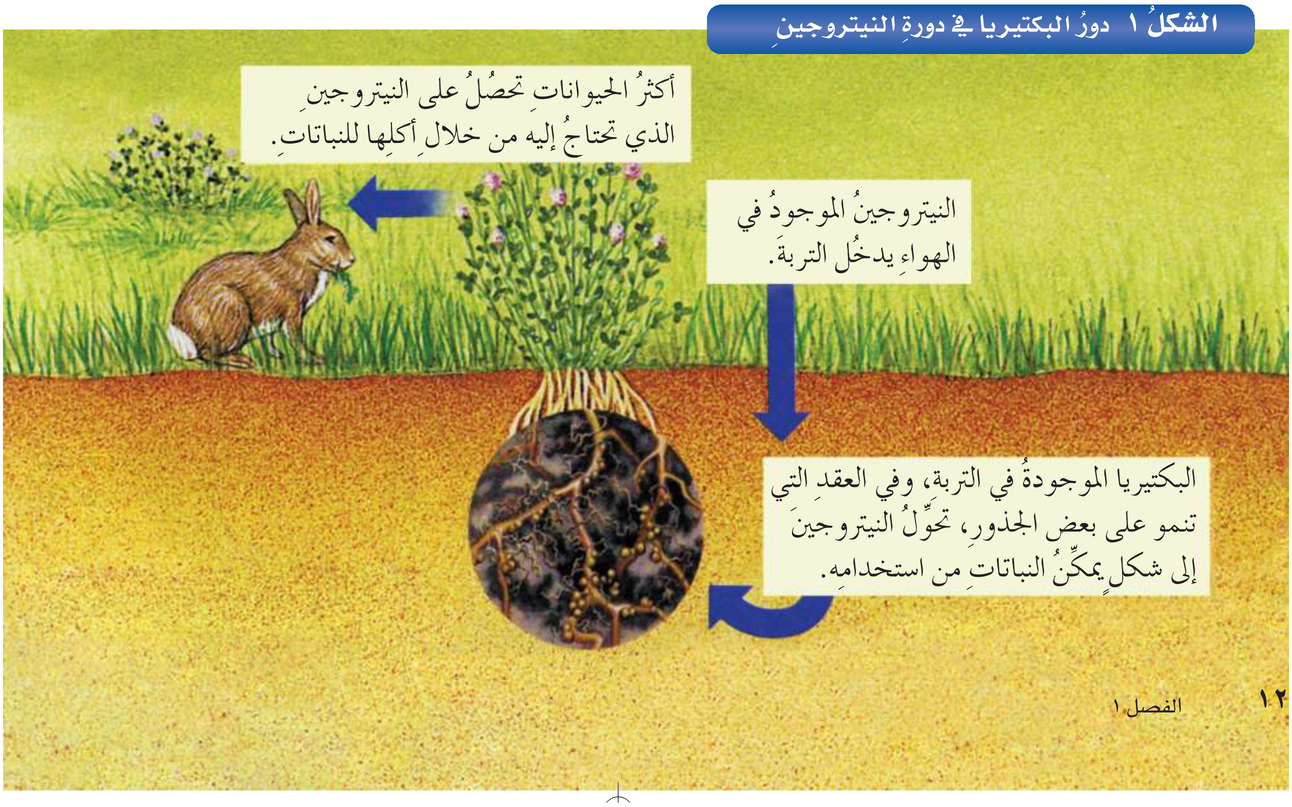
الحياةُ كما نعرفُها لا تستمرُّ بلا بكتيريا. البكتيريا مهمَّةٌ جدًّا لصِحَّةِ كوكبِ الأرضِ. إنَّها تساعدُ على إعادةِ تدويرِ الحيواناتِ والنباتاتِ الميْتةِ، ولها دورٌ مهمٌّ في دورةِ النيتروجينِ.

تثبيتُ النيتروجينِ

تعتمدُ معظمُ الكائناتِ الحيَّةِ على النباتاتِ. وتحتاجُ النباتاتُ إلى النيتروجينِ لتنموَ. يشكِّلُ غازُ النيتروجينِ حوالَي ٧٨٪ من الهواءِ، لكنَّ أكثرَ النباتاتِ لا تستطيعُ استخدامَ النيتروجينِ مباشرةً من الهواءِ، بل تحتاجُ إلى شكلٍ مختلفٍ منه. تأخذُ البكتيريا المثبِّتةُ للنيتروجينِ النيتروجينَ من الهواءِ وتحوِّلُهُ إلى شكلٍ يمكنُ للنباتاتِ أن تستخدمَهُ. هذه العمليَّةُ المسمّاةُ تثبيتَ النيتروجينِ يصفُها **الشكلُ ١**.

تحقَّقْ
ما المقصودُ بعمليَّةِ تثبيتِ النيتروجينِ؟

الشكلُ ١ دورُ البكتيريا في دورةِ النيتروجينِ



إعادةُ التدويرِ

هل سبقَ أن رأيتَ أوراقًا وأغصانًا ميْتةً على أرضِ غابةٍ؟ هذه الأوراقُ والأغصانُ يعادُ تدويرُها مع مرورِ الوقتِ بمساعدةِ البكتيريا. تُفكِّكُ البكتيريا المحلِّلةُ الموادَّ النباتيَّةَ والحيوانيَّةَ الميْتةَ. فتفكيكُ الموادِّ الميتةِ يوفِّرُ موادَّ غذائيَّةً للكائناتِ الحيَّةِ الأخرى.

التنظيف

تُسْتخدَمُ البكتيريا والكائناتُ الحيَّةُ المجهريَّةُ الأخرى أيضًا في مكافحةِ التلوُّث. **المعالجةُ الحيويَّةُ** **Bioremediation** تعني استخدامَ كائناتٍ حيَّةٍ مجهريَّةٍ لتحويلِ موادَّ كيميائيَّةٍ ضارَّةٍ إلى موادَّ غيرِ مؤذيةٍ. تسْتَخْدَمُ المعالجةُ الحيويَّةُ لتنظيفِ النفاياتِ الخطرةِ الناتجةِ عن الصناعةِ والزراعةِ والمدنِ. وتُستخدَمُ أيضًا لتنظيفِ تسرُّباتِ النفطِ. في **الشكل ٢** يستخدمُ العمّالُ البكتيريا لإزالةِ الملوِّثاتِ من التربةِ.



الشكل ٢ تضافُ بكتيريا المعالجة الحيَوِيَّة لتأكلَ الملوِّثات. بعد ذلك تَطْرَحُ البكتيريا الملوِّثاتِ كنفاياتٍ غيرِ ضارَّةٍ.

المعالجةُ الحيويَّةُ: معالجةُ النفاياتِ الضارةِ بالكائناتِ الحيَّةِ.

جيِّدٌ للإنسانِ

تقومُ البكتيريا بأكثرَ من المساهمةِ في نظافةِ بيئتِنا. فهي تساهمُ في إنتاجِ كثيرٍ من الأطعمةِ التي نأكلُها يوميًّا. كما تساهمُ في صنعِ أدويةٍ مُهمَّةٍ.

بكتيريا في طعامك

صدِّق أو لا تصدِّقْ: يربِّي الناسُ البكتيريا للغذاءِ! كلَّ مرَّةٍ تأكلُ فيها جُبْنًا أو لَبَنًا أو زُبدةً أو قشطةً حامضةً، تأكل في الوقتِ نفسِه، البكتيريا أيضًا. تفكِّكُ البكتيريا المنتجَةُ للحمضِ اللبَنِيِّ سكَّرَ الحليبِ، المعروفَ باسمِ اللاكتوز. في هذه العمليَّةِ، تحوِّل البكتيريا اللاكتوزَ إلى حمضٍ لبَنيٍّ. يَحْفَظُ الحمضُ اللبنيُّ الطعامَ ويضيفُ النكهةَ إليه. كلُّ الأطعمةِ الظاهرةِ في **الشكل ٣** صُنِعَتْ بمساعدةِ البكتيريا.

نشاطٌ منزليٌّ

ضعْ خطَّةَ نظامٍ غذائيٍّ

ضَعْ مع شخصٍ بالغٍ خطَّةَ نظامٍ غذائيٍّ أسبوعيَّةً، من دونِ أيِّ أطعمةٍ تُصنَعُ بمساعدةِ البكتيريا. كيف يبدو نظامُكَ الغذائيُّ من دونِ بكتيريا؟



الشكل ٣ تُستخدمُ البكتيريا في صُنْعِ أنواعٍ كثيرةٍ من الأطعمةِ.



الشكل ٤ استُخدمَتْ جيناتُ هذا الضفدعِ لإنتاجِ أوّلِ بكتيريا تمّتْ هندستُها وراثيًّا.

صُنعُ الأدويَةِ

ما أفضلُ الطُّرقِ لمكافحةِ البكتيريا التي تسبِّبُ المرضَ؟ هل تصدِّقُ أنّ الحلَّ في استخدامِ بكتيريا أخرى؟ **المضادّاتُ الحيويةُ** Antibiotic أدويةٌ تُستخدَمُ لقتلِ البكتيريا والكائناتِ الحيَّةِ المجهريَّةِ الأخرى. كثيرٌ من المضادّاتِ الحيويَّةِ تصنعُها البكتيريا.

الأنسولين

يحتاجُ جسمُ الإنسانِ إلى الأنسولينِ لاستخدامِ السكَّرِ والكربوهيدرات. المصابونَ بمرضِ السكَّريِّ لا ينتجونَ ما يكفيهم من الأنسولينِ. في سبعينيّاتِ القرنِ الماضي، اكتشفَ العلماءُ كيف يضعونَ الجيناتِ في البكتيريا حتى تصبحَ البكتيريا قادرةً على إنتاجِ أنسولينٍ بشريٍّ. يمكنُ بعدَها فصلُ الأنسولينِ عن البكتيريا وإعطاؤُهُ للمصابينَ بمرضِ السكّري.

الهندسةُ الوراثيَّةُ

يُطلقُ على العمليَّةِ التي يغيِّرُ العلماءُ فيها جيناتِ البكتيريا، أو جيناتِ أيِّ كائنٍ حيٍّ آخرَ، اسمُ الهندسةِ الوراثيَّةِ. بَدَأَ العلماءُ بإخضاعِ البكتيريا للهندسةِ الوراثيَّةِ منذ عام ١٩٧٣. في تلك السنةِ، وضعَ باحثون جيناتٍ من ضفدعٍ، مثل الضفدعِ الظاهرِ في **الشكل ٤**، في بكتيريا *Escherichia coli*. فبدأتِ البكتيريا بصُنعِ نُسَخٍ من جيناتِ الضفدعِ. يمكنُ للعلماءِ أن يهندسوا البكتيريا حاليًّا لصُنعِ كثيرٍ من المنتَجاتِ، كمبيداتِ الحشراتِ والمطهِّراتِ والموادِّ اللاصقةِ.

المضادُّ الحيويُّ: دواءٌ يستخدَمُ لقتل البكتيريا والكائنات الحيَّة المجهريَّة الأخرى.

البكتيريا المسبِّبةُ للمرضِ: البكتيريا التي تسبِّبُ المرضَ.

البكتيريا الضارَّةُ

لا يستطيعُ الإنسانُ أن يعيشَ من دونِ بكتيريا. لكنَّ البكتيريا يمكنُها أن تسبِّبَ الضررَ أيضًا. توصَّلَ العلماءُ في القرنِ التاسعَ عَشَرَ إلى أنَّ بعضَ البكتيريا مسبِّبةٌ للمرضِ. تَدْخُلُ **البكتيريا المسبِّبةُ للمرضِ** Pathogenic bacteria إلى كائنٍ حيٍّ عائلٍ، وتأخذُ الموادَّ الغذائيَّةَ من خلاياه. بهذه العمليَّةِ تؤذي البكتيريا العائلَ. لكنَّنا، اليومَ، محميُّونَ من أمراضٍ جرثوميَّةٍ كثيرةٍ بفضلِ التلقيحِ، كما يظهرُ في **الشكل ٥**. ومن الممكنِ معالجةُ أمراضٍ بكتيريَّةٍ كثيرةٍ بالمضادّاتِ الحيويَّةِ.



الشكل ٥ يمكنُ للقاحاتِ أن تحميَكَ من أمراضٍ بكتيريَّةٍ، كداءِ الكزازِ والدفتيريا.

تحقَّق
ما الهندسةُ الوراثيَّةُ؟

أمراضٌ في كائناتٍ حيَّةٍ أُخرى

كما تُسبِّبُ البكتيريا أمراضًا للإنسانِ، تسبِّبُ أَمْراضًا للكائناتِ الحيَّةِ الأخرى. هل سبقَ أن رأيتَ نباتًا عليه بقعٌ ملوَّنةٌ غريبةٌ أو تعفُّنٌ؟ فإن حصلَ، تكونُ قد رأيتَ ضررًا أحدثَتْهُ بكتيريا للنباتاتِ. تهاجمُ البكتيريا المسبِّبةُ للمرضِ النباتاتِ والحيواناتِ و الطلائعيّاتِ والفطريّاتِ، وحتى البكتيريا الأخرى. ويُمكنُها أن تُلحِقَ أضرارًا بالحبوبِ والفاكهةِ والمحاصيلِ النباتيَّةِ. غصنُ شجرةِ الكُمَّثْرى الظاهرُ في **الشكل ٦** يبيِّنُ تأثيراتِ البكتيريا المسبِّبةِ للمرضِ. تعالَجُ النباتاتُ أحيانًا بالمضادّاتِ الحيويَّةِ. وقد هندسَ العلماءُ وراثيًّا أيضًا بعضَ النباتاتِ لتقاومَ البكتيريا المسبِّبةَ للأمراضِ.

الشكل ٦ على هذا الغصنِ من شجرةِ الكُمَّثْرى مرضٌ بكتيريٌّ يسمّى اللفحةَ الناريَّةَ.



مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- البكتيريا مهمَّةٌ للحياةِ على الأرضِ، لأنها تثبِّتُ النيتروجينَ وتحلِّلُ الموادَّ المَيتَةَ.
- البكتيريا مفيدةٌ للإنسانِ لأنها تساهمُ في صُنْعِ أطعمتِهم وأدويتِهم.
- هندسَ العلماءُ البكتيريا وراثيًّا لصُنْعِ الأدويةِ.
- البكتيريا المسبِّبةُ للمرضِ ضارَّةٌ بالإنسانِ. يمكنُ للبكتيريا أن تؤذيَ المحاصيلَ التي نزرعُها من أجلِ الغذاءِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. اكتبْ بأسلوبِكَ تعريفًا للمفردةِ التاليةِ: **المعالجةِ الحيويَّةِ**.

٢. استخدمِ المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ في جملةٍ واحدةٍ: **البكتيريا المسبِّبةَ للمرضِ**، و**المضادَّ الحيويَّ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. ما الطريقتانِ اللتانِ تؤثِّرُ بهما البكتيريا في النباتاتِ؟

٤. كيفَ تكونُ البكتيريا سببًا للأمراضِ وعلاجًا لها؟

٥. اذكرْ طريقتَيْنِ تكونُ البكتيريا بهما ضروريَّةً للحياةِ على الأرضِ.

٦. اذكرْ طريقتَيْنِ تؤثِّرُ بهما البكتيريا في حياتِكَ في الوقتِ الحاضرِ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٧. يشكِّلُ النيتروجينُ حواليَ ٧٨٪ من الهواءِ. إذا كانَ لديكَ لترانِ من الهواءِ، فما عددُ لتراتِ النيتروجينِ في لترَيِ الهواءِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٨. **تحديدُ العلاقاتِ**: النباتاتُ البقوليَّةُ التي تشملُ البازلاءَ والفاصوليا، مثبِّتاتٌ فعَّالةٌ للنيتروجينِ. النباتاتُ البقوليةُ أيضًا مصدرٌ جيِّدٌ للأحماضِ الأمينيَّةِ. أيُّ عنصرٍ كيميائيٍّ تتوقَّعُ وجودَهُ في الأحماضِ الأمينيَّةِ؟

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ**: صمِّمْ نموذجًا لبكتيريا بغرضِ هندستِها وراثيًّا. ما العملُ الذي تريدُهُ منها؟ كيف يمكنُها أن تساعدَ الإنسانَ أو البيئةَ؟

القسمُ ٣

الفيروسات

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يوضِّحُ أوجهَ التشابهِ وأوجهَ الاختلافِ بينَ الفيروساتِ والكائناتِ الحيَّةِ.
- يعدِّدُ أشكالَ الفيروسِ الأربعةَ الرئيسةَ.
- يصفُ نوعَي التكاثرِ الفيروسيِّ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الفيروس

العائل

الدورةُ الحالَّةُ

الدورةُ الاندماجيَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة: اقرأْ هذا القسمَ بشكلٍ صامتٍ. اكتبْ ما لديكَ من أسئلةٍ حولَهُ. ناقشْ أسئلَتَكَ ضمنَ مجموعةٍ صغيرةٍ.

في أحدِ الأيامِ تكتشفُ بقعًا حمراءَ على جلدِك. ثمَ يظهرُ لكَ أنَ البُقَعَ تزدادُ أكثرَ فأكثرَ. وتبدأُ البقعُ تَتحَوَّلُ إلى بثورٍ تثيرُ الحُكاكَ. ماذا أصابَكَ؟

قد تكونُ البقعُ ناجمةً عن جُدَريِّ الماءِ. جُدَريُّ الماءِ مرضٌ يسبِّبُهُ فيروسٌ. **الفيروسُ** Virus جُسَيْمٌ مِجْهَريٌّ يدخُلُ الخليَّةَ، وغالبًا ما يدمِّرُها. كثيرٌ من الفيروساتِ تُسبِّبُ أمراضًا مثلَ الزُّكامِ العاديِّ والإنفلُونْزا ومُتلازمةِ نَقْصِ المناعةِ المُكْتَسَبِ (الأيدز).

إنّه عالمٌ صغيرٌ

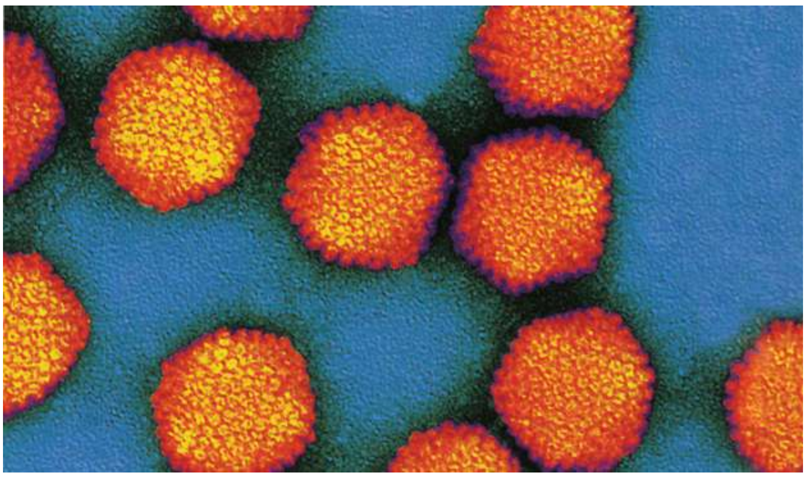
الفيروساتُ صغيرةٌ جدًّا. إنها أصغرُ من أصغرِ بكتيريا. فنقطةُ دمٍ واحدةٌ بمقدورِها أن تتَّسعَ لخمسةِ ملياراتِ فيروس. يمكنُ أن تتغيَّرَ الفيروساتُ بسرعةٍ. لذلكَ يتغيَّرُ تأثيرُها على الكائناتِ الحيَّةِ. وبما أنَّ الفيروساتِ صغيرةٌ جدًّا وتتغيَّرُ بكثرةٍ، فإنَّ العلماءَ لا يعرفونَ بالضبطِ عددَ أنواعِها. هذه الخصائصُ تجعلُ مكافحتَها صَعْبةً أيضًا.

هل الفيروساتُ حيَّةٌ؟

الفيروساتُ، مثلُ الكائناتِ الحيَّةِ، تحتوي على بروتينٍ ومادَّةٍ وراثيَّةٍ. لكنَّ الفيروساتِ، كتلكَ الظاهرةِ في **الشكل ١**، لا تؤدّي وظائفَ الكائناتِ الحيَّةِ. فهي لا تستطيعُ أن تتغذّى أو تنمُوَ أو تحلِّلَ الغذاءَ، أو تستخدِمَ الأكسجينَ. في الحقيقةِ لا يستطيعُ الفيروسُ أن يتكاثرَ إلاّ داخلَ خليَّةٍ حيَّةٍ تقومُ بدورِ العائلِ. **العائلُ** Host كائنٌ حيٌّ يعيشُ داخلَهُ أو عليهِ الفيروسُ أو الطفيلُ. وباستعمالِ الخليَّةِ العائلِ كمصنعٍ صغيرٍ جدًّا، يُجبرُ الفيروسُ العائلَ على صُنْعِ الفيروساتِ بدلاً من القيامِ بأنشطتِها الحيويَّةِ.

الفيروس: جسيمٌ مِجْهَريٌّ يدخلُ خليَّةً، وغالبًا ما يُحطِّمُها.

العائل: كائنٌ حيٌّ يأخذُ الطفيلُ الغذاءَ منهُ، أو يتَّخذُهُ ملجأً.



الشكل ١ الفيروساتُ ليسَتْ خلايا. فلا سيتوبلازمُ لها ولا عُضَيّاتٌ.

تصنيفُ الفيروساتِ

يُمكِنُ تصنيفُ الفيروساتِ في مجموعاتٍ مختلفةٍ، وفقًا لأشكالِها أو لأنواعِ الأمراضِ التي تسبِّبُها، أو لدَوْرَةِ حياتِها أو لنوعِ المادَّةِ الوراثيَّةِ التي تحتوي عليها. تظهر الأشكالُ الرئيسةُ الأربعةُ من الفيروساتِ في **الشكل ٢.** كلُّ فيروسٍ مكوَّنٌ من مادَّةٍ وراثيَّةٍ داخلَ غلافٍ بروتينيٍّ. يحمي الغلافُ البروتينيُّ المادَّةَ الوراثيَّةَ ويساعدُ الفيروسَ على دخولِ الخليَّةِ العائلِ. لكثيرٍ من الفيروساتِ أغلفةٌ بروتينيَّةٌ توافقُ خصائصَ عائلِها.

وتكونُ المادَّةُ الوراثيَّةُ للفيروساتِ إمّا الحمضَ النوويَّ منقوصَ الأكسجينِ DNA، وإما الحمضَ النوويَّ الريبوزيَّ RNA . يحتوي نوعا الحمضِ النوويِّ على معلوماتٍ لصنعِ البروتينات. الفيروساتُ التي تسبِّبُ الثآليلَ وجُدَرِيَّ الماءِ تحتوي على DNA. والفيروساتُ التي تسبِّبُ الزكامَ والإنفلونزا تحتوي على RNA. والفيروسُ الذي يسبِّب الأيدز، وهو المعروفُ بفيروسِ نقصِ المناعةِ الإنسانيِّ المكتَسَبِ، يحتوي هو أيضًا على RNA.

وقفَةٌ مع الرياضياتِ

تقديرُ حجمِ الفيروس

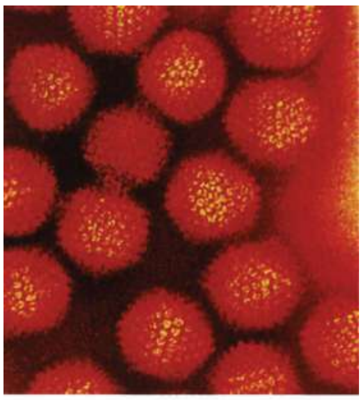
إذا كَبَّرتَ فيروسًا متوسِّطًا ٦٠٠ ٠٠٠ مرَّةٍ، سيظهرُ حجمُهُ تقريبًا بحجمِ حبَّةٍ بازلاءَ صغيرةٍ. فكم يُصبحُ طولُكَ أنت إذا كُبِّرْتَ ٦٠٠ ٠٠٠ مرَّة؟

تحقَّقْ

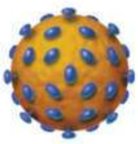
اذكرْ طريقتَيْنِ لتصنيفِ الفيروساتِ؟

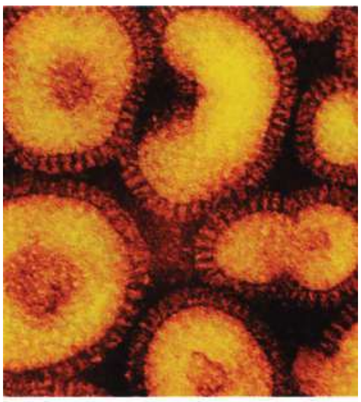
الشكلُ ٢ الأشكالُ الأساسيَّةُ للفيروسات





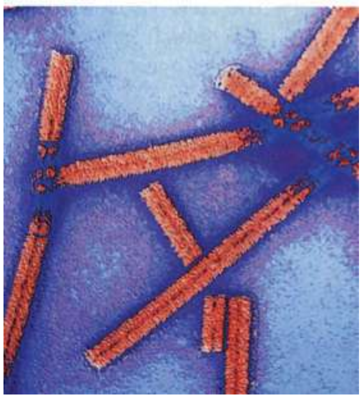
البلَّوْرات شكلُ فيروس شللِ الأطفالِ يشبهُ البلَّوْراتِ الظاهرةَ هنا.





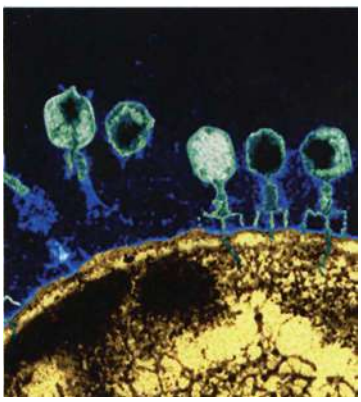
الكُرات تبدو فيروساتُ الإنفلُونزا مثلَ الكُرات. وفيروسُ الأيدزِ له أيضًا هذا الشكلُ.





الإسطواناتُ فيروسُ مرضِ تبرقُشِ التبغِ يُشبهُ الأسطوانةَ، وهو يهاجمُ نباتاتِ التبغِ.





المركبةُ الفضائيَّةُ إحدى مجموعاتِ الفيروساتِ تهاجمُ البكتيريا فقط. وكثيرٌ منها يبدو تقريبًا مثلَ المركبةِ الفضائيَّةِ.

الدورةُ الحالَّةُ: طريقةٌ لتكاثرِ الفيروس يتَّصلُ خلالها بالخليَّةِ العائل ويحقنُها بمادَّتِه الوراثيَّةِ ويحوِّلُها إلى مصنعٍ للفيروسات.

الدورةُ الاندماجيَّةُ: طريقةٌ لا تذهبُ فيها بعضُ الفيروسات مباشرةً إلى الدورةِ الحالَّة، بل تحصلُ فيها كلُّ خليَّة جديدة من خلايا العائل المنقسمة على نسخة من جيناتِ الفيروس إثرَ حقنها بمادَّتِه الوراثيَّة.

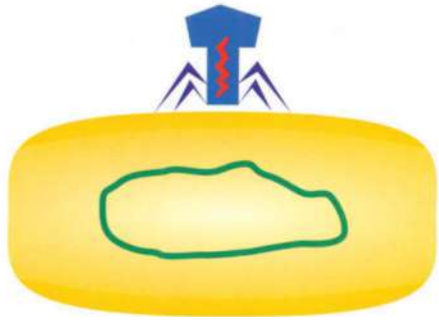
تكاثرُ الفيروساتِ

الدورةُ الحالَّةُ

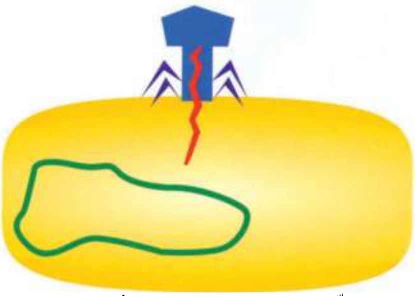
الأمرُ الوحيدُ الذي تشبهُ فيه الفيروساتُ الكائناتِ الحيَّةِ، هو أنَّها تُنتِجُ مزيدًا من أفرادِها. تهاجمُ الفيروساتُ خلايا حيَّةً، وتحوِّلُها إلى مَصانعِ للفيروساتِ. هذه الدورةُ تسمّى **الدورةَ الحالَّةَ** Lytic cycle، وهي تظهرُ في **الشكل ٣**.

الشكلُ ٣ الدَّورةُ الحالَّةُ

١ يتصل الفيروسُ بالخليَّةِ العائل.



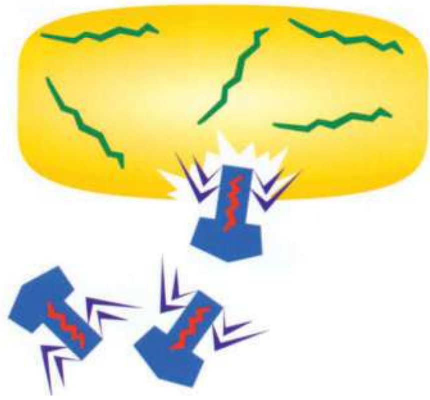
٢ يحقنُ الفيروسُ الخليَّةَ العائلَ بمادَّتِه الوراثيَّةِ.



٣ حالما تصبحُ جيناتُ الفيروس داخلَ الخليَّةِ العائلِ، تسيطرُ على أنشطتِها، وتحوِّلُها إلى مصنعٍ للفيروساتِ.



٤ تحطِّمُ الفيروساتُ الجديدةُ جدارَ الخليَّةِ العائلِ. ثم تبدأُ الدورةُ من جديدٍ.



الدورةُ الاندماجيَّةُ

بعضُ الفيروساتِ لا تذهبُ مباشرةً إلى الدورةِ الحالَّةِ. تحقنُ هذه الفيروساتُ الخليَّةَ العائلَ بمادَّتِها الوراثيَّةِ أيضًا. في **الدورةِ الاندماجيَّةِ**، Lysogenic cycle تحصُلُ كلُّ خليَّةٍ جديدةٍ، عندَما تنقسمُ الخليَّةُ العائلُ، على نسخةٍ من جيناتِ الفيروس. ويمكنُ أن تبقى الجيناتُ خاملةً إلى وقتٍ طويل. لكنْ عندَما تَنْشَطُ تبدأُ الدورةُ الحالَّةُ بالعملِ، وتصنعُ نُسَخًا جديدةً من الفيروسِ.

رابطُ كيمياء

البِلَّوْراتُ الفيروسيَّةُ

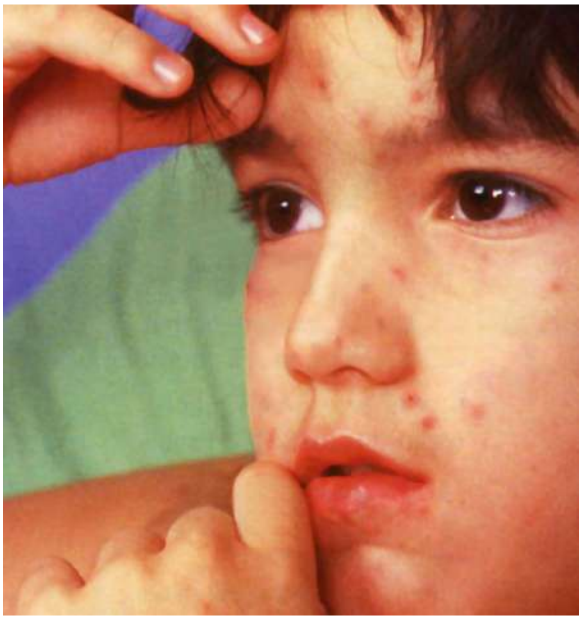
قد يُشكِّلُ كثيرٌ من الفيروساتِ بلَّوراتٍ. ويستطيعُ العلماءُ أن يَدرُسوا صورَ أشعَّةٍ سِينِيَّةٍ لهذهِ البلَّوراتِ ليزدادوا علمًا بتراكيبِ الفيروساتِ. لماذا في رأيك، يريدُ العلماءُ أن يتعلَّمُوا المزيدَ عن الفيروسات؟

تحقَّقْ

ما الدورةُ الحالَّةُ؟

مُعالجةُ الإصابةِ بالفيروس

لا تقتلُ المضادّاتُ الحَيويَّةُ الفيروساتِ. لكنَّ العلماءَ طَوَّروا مؤخَّرًا أدويةً مضادَّةً لها. كثيرٌ من هذه الأدويةِ توقفُ تكاثرَ الفيروساتِ. ولما كانَتْ أمراضٌ فيروسيَّةٌ كثيرةٌ ليسَ لها علاجٌ، فإنَّ من الأفضل بداية تفادي حدوثِ العدوى الفيروسيَّةِ. إنَّ التطعيمَ في سنِّ الطفولةِ يمنحُ نظامَ المناعةِ لديكَ فسحةً زمنيَّةً لزيادةِ قدرتِك على مكافحةِ الفيروساتِ. واللَّقاحاتُ الحديثةُ يمكنُ أنْ تحميَكَ من العدوى الفيروسيَّةِ. ومن الممارساتِ الجيِّدةِ أنْ تغسلَ يدَيْكَ في أغلبِ الأحيانِ، وألاّ تمسَّ أبدًا الحيواناتِ البريَّةَ. وإذا أصبحْتَ مريضًا بسببِ فيروسٍ ما، كهذا الولدِ في **الشكل ٤**، فمنَ الأفضلِ غالبًا أن ترتاحَ وتشربَ سوائلَ إضافيَّةً. ويجبُ، كما هي الحالُ مع أيِّ مرضٍ، أن تُخبرَ والديكَ أو الطبيبَ.



الشكل ٤ يستقرُّ فيروسُ جُدَريِّ الماءِ داخلَ جسمِكَ، حتى بعد اختفاءِ البُقَعِ الحمراءِ.

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- للفيروسات خصائصُ كائنات حيَّة وكائنات غير حيَّة. وهي تتكاثرُ في الخلايا الحيَّة.
- تصنَّفُ الفيروساتُ بحسب أشكالها وأنواعِ الأمراض الَّتي تسبِّبُها أو دورات حياتها.
- لكي يتكاثرَ الفيروسُ، يجبُ أن يدخلَ خليَّةً. وبعد أن يتكاثرَ تتمزَّقُ الخليَّةُ. هذه العمليَّةُ تُسمَّى الدورةَ الحالَّةَ.
- في الدورة الاندماجيَّة، تندمجُ جيناتُ الفيروس مع جينات الخليَّة العائل.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدم المفردتيْن التاليتيْن في جملة واحدة: **الفيروس والعائل**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. الخاصيةُ التي تشتركُ فيها الفيروساتُ والكائناتُ الحيَّةُ هي:
أ. الأكلُ.
ب. النومُ.
ج. التكاثر.
د. النُّموّ.

٣. صف الخطواتِ الأربعَ في الدورةِ الحالَّة.

٤. وضِّح الفرقَ بينَ الدورةِ الحالَّةِ والدورةِ الاندماجيَّة.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٥. خليَّةٌ بكتيريَّةٌ مُصابةٌ بفيروس تنقسمُ كلَّ ٢٠ دقيقة. بعد ١٠٠٠٠ انقسام، تنطلقُ الفيروساتُ الجديدةُ من الخليَّةِ العائل. كم أسبوعًا تستغرقُ هذه العمليَّةُ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **استدلال**: هل تعتقدُ أنَّ وسائلَ النقلِ الحديثةَ تؤثِّرُ في طريقةِ انتشارِ الفيروساتِ؟ وضِّح إجابتَك.

٧. **تحديدُ العلاقاتِ**: أيُّ خصائصَ للفيروساتِ، في رأيك، جعلَتْ من الصعبِ إيجادَ أدويةٍ لمحاربتِها؟

٨. **طرحُ الآراءِ**: هل تعتقدُ أنَّ التطعيمَ مهم حتى في المناطقِ الخاليةِ من الفيروساتِ؟

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

اكتبْ بأسلوبكَ تعريفًا لكلٍّ من المفرداتِ التاليةِ:

١. البكتيريا المسبِّبَةَ للمرضِ.

٢. الانشطارِ الثنائيِّ.

٣. المضادُ الحيويُّ.

٤. الفيروس.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٥. تُسْتَخْدَمُ البكتيريا في كلِّ من التالي، **باستثناء**:
أ. صنعِ أطعمةٍ معيَّنةٍ.
ب. صنعِ المضادّاتِ الحيويَّةِ.
ج. تنظيفِ بُقَعِ النفطِ المتسرِّبِ.
د. حفظِ الفواكهِ.

٦. ماذا يحدُثُ للخليَّةِ العائلِ في الدورةِ الحالَّةِ؟
أ. تتحطَّمُ.
ب. تحطِّمُ الفيروسَ.
ج. تُصبحُ فيروسًا.
د. تنقسمُ.

٧. الخليَّةُ البكتيريَّةُ:
أ. بوغٌ داخليٌّ.
ب. لديها حَلَقَةٌ من DNA.
ج. لها نواةٌ واضحةٌ.
د. خليَّةٌ حقيقيَّةُ النواةِ.

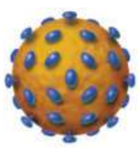
٨. البكتيريا:
أ. تَضُمُّ صانعاتِ الميثانِ.
ب. تَضُمُّ المحلِّلاتِ.
ج. كلُّها تحتوي على كلوروفيلٍ.
د. عَصَويَّةُ الشكلِ.

٩. البكتيريا الزرقاءُ
أ. مُستهلكة.
ب. طُفَيليَّةٌ.
ج. تحتوي على الكلوروفيلِ.
د. محلِّلة.

١٠. الكائناتُ الحيَّةُ القديمةُ:
أ. أنواعٌ معيَّنةٌ من البكتيريا.
ب. تعيشُ فقط في أماكنَ خاليةٍ من الأكسجين.
ج. بكتيريا منتجةٌ للحمضِ اللبنيِّ.
د. يمكنُ أن تعيشَ في البيئاتِ القاسيةِ.

١١. الفيروساتُ:
أ. لها حجمُ البكتيريا تقريبًا.
ب. لديها أَنْوِيَةٌ.
ج. يمكنُ أن تتكاثرَ فقط ضمنَ خليَّةٍ عائلٍ.
د. لا تصيبُ النباتاتِ.

١٢. البكتيريا مهمَّةٌ لكوكبِ الأرضِ، لأنها:
أ. تفكِّكُ الموادَّ العضويَّةَ المَيْتَةَ.
ب. تعالجُ النيتروجينَ.
ج. تصنعُ الأدويةَ.
د. كلُّ ما وردَ أعلاه.









إجابةٌ قصيرةٌ

١٣. ما أوجهُ الشبهِ بين وظائفِ البكتيريا المثبِّتَةِ للنيتروجينِ والمحلِّلاتِ؟

١٤. أيُّ دورةٍ تستغرقُ وقتًا أطولَ: الدورةُ الحالَّةُ أم الدورةُ الاندماجيَّةُ؟

١٥. اذكرْ طريقتَينْ لا تتصرَّفُ فيهما الفيروساتُ تَصرُّفَ الكائناتِ الحيَّةِ.

١٦. ما المعالجةُ الحيويَّةُ؟

١٧. كيف يعالجُ الأطبّاءُ عَدْوى فيروسيَّةً؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١٨. **خريطةُ المفاهيمِ:** استخدمِ المفرداتِ التاليةَ لصُنْعِ خريطةِ مفاهيمَ: بكتيريا، بكتيريا عصويَّةٌ، بكتيريا حلزونيَّةٌ، مستهلِكاتٌ، منتِجاتٌ، بكتيريا زرقاءُ.

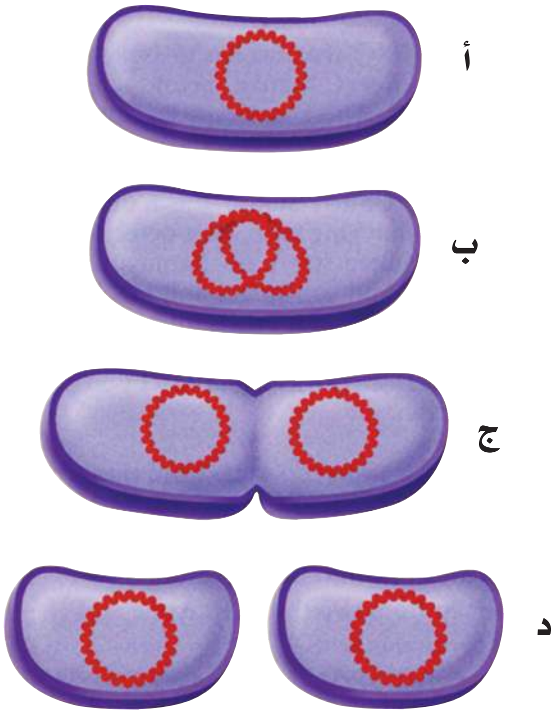
١٩. **توقُّعُ النتائجِ:** صِفْ بعضَ المشكلاتِ التي تعتقدُ أن البكتيريا قد تواجهُها، إذا لم يكنْ هناكَ بشرٌ.

٢٠. **تطبيقُ المفاهيمِ:** تحتوي أنواعٌ كثيرةٌ من الصابونِ الحديثِ على موادَّ كيميائيَّةٍ تَقتُلُ البكتيريا. صفْ نتيجةً واحدةً جيِّدةً ونتيجةً واحدةً سيِّئةً لاستخدامِ الصابونِ المضادِّ للجراثيمِ.

٢١. **تحديدُ العلاقاتِ:** يواجهُ بعضُ الناسِ مشكلاتٍ هضميَّةً بعد أن يتناولوا قَدْرًا منَ المضادّاتِ الحيويَّةِ. لماذا، في رأيِك، تَحْدُثُ هذه المشكلاتُ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

يصوِّرُ الشكلُ التخطيطيُّ التالي مراحلَ الانشطارِ الثنائيِّ. طابق بينَ كلِّ جملةٍ والمرحلةِ الصحيحةِ المناسبةِ.



٢٢. تنفصلُ حلَقَتا الحمضِ النَّوويِّ DNA.

٢٣. تُنْسَخُ حلَقَةُ الحمضِ النَّوويِّ DNA.

٢٤. تبدأُ الخليَّةُ الأمُّ بالتمدُّدِ.

٢٥. يرتبطُ الحمضُ النوويُّ DNA بغشاءِ الخليَّةِ.

الفصل

٢ الطلائعيّاتُ والفُطْريّاتُ



الفكرةُ الرئيسةُ

الطلائعيّاتُ والفُطريّاتُ كائناتٌ حقيقيَّةُ النواةِ.

القِسْم

حولَ الصورةِ

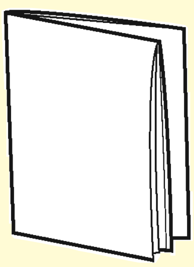
هذه الأقراصُ الوهّاجةُ قد تبدو مثلَ السفنِ الفضائيّةِ، لكنّها كائناتٌ فطريّةٌ؛ بعضُ الفُطْرِيّاتِ، وبعضُ الطلائعيّاتِ، تتوهّجُ نتيجةً للإضاءةِ الحيويّةِ مثلَ اليَراعاتِ. الإضاءةُ الحيويّةُ هي إنتاجُ الضّوءِ بواسطةِ تفاعلاتٍ كيميائيّةٍ تتمُّ داخلَ الكائنِ الحيِّ نفسِه. يعتقدُ بعضُ العلماءِ أنّ هذا الوَهَجَ يجذِبُ الحشراتِ التي تساعدُ على نشرِ أبواغِ الفُطر. ويعتقدُ علماءُ آخرونَ أن الضوءَ هو وحدَهُ الطريقةُ لإطلاقِ الطاقةِ.

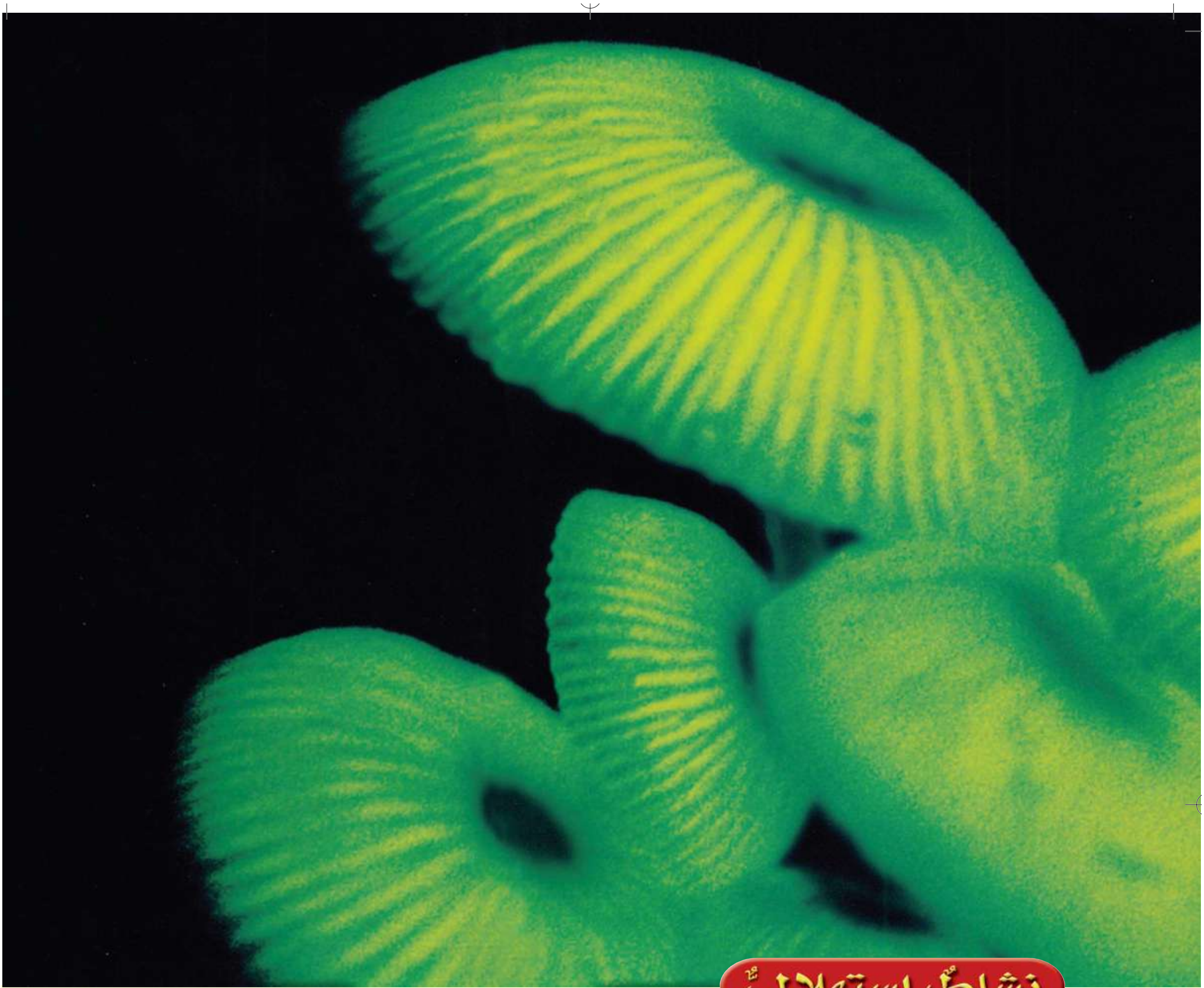
نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

كُتيِّب: قبلَ أنْ تبدأ بقراءةِ الفصلِ، قمْ بإعدادِ **الكتيِّبِ**.

عَنْوِنْ كلَّ صفحةٍ من الكتيِّبِ بفكرةٍ رئيسةٍ من الفصلِ. اكتُبْ، وأنتَ تقرأُ الفصلَ، ما تتعلَّمُهُ حولَ كلِّ فكرةٍ رئيسةٍ، على الصفحةِ المناسبةِ من الكُتَيِّبِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

عالَمٌ مِجْهَريٌّ

في هذا النشاطِ، تجدُ بعضَ الطلائعيّاتِ الشائعةِ في ماءِ بركةٍ، أو في نَقْعِ قَشٍّ.

الخطوات

١. استخدِمْ **قطّارةً بلاستيكيَّةً** لوضعِ **قطرةٍ واحدةٍ من ماءِ البركةِ، أو نَقْعِ القَشِّ**، على **شريحةٍ مجهريَّةٍ.**

٢. أضِفْ **قطرةً من الجليسرين** إلى الشريحةِ.

٣. استخدِمْ **غِطاءَ شريحةٍ بلاستيكيًّا**. ضَعْ إحدى حافتَيْهِ على الشريحةِ، ثم أنزِلْهُ ببطءٍ على الشريحةِ لتمنَعَ انحباسَ فقاقيعِ الهواءِ.

٤. لاحظِ الشريحةَ تحت التكبيرِ المنخفضِ **للمِجْهَرِ.**

٥. ابحثْ عن كائنٍ حيٍّ في السائلِ الذي على الشريحةِ.

٦. لاحظِ الكائنَ الحيَّ بالتكبيرِ العالي لتحصُلَ على صورةٍ أقربَ.

٧. ارسُمِ الكائنَ الحيَّ كما تراهُ بالتكبيرِ العالي، ثمَّ أعدِ المِجهرَ إلى التكبيرِ المنخفضِ، ابحثْ عن كائناتٍ حيَّةٍ أخرى لترسُمَها. أرجعِ المِجهرَ إلى التكبيرِ العالي، وارسُمِ الكائناتِ الحيَّةَ الجديدةَ.

التحليل

١. كم نوعًا من الكائناتِ الحيَّةِ ترى؟

٢. هل هذه الكائناتُ حَيَّةٌ؟ ادعمْ جوابَكَ بالدليلِ.

٣. ما عددُ الخلايا في كلِّ كائنٍ حيٍّ تراه؟

القسمُ ١

الطلائعيّات

بعضُها صغيرٌ جدًّا حتى أنّهُ لا يمكنُ أنْ يُرى من دونِ مِجْهَر، وبعضُها الآخرُ ينمو بطولِ عِدّةِ أمتارٍ. ومنها سامٌّ، بينما يوفِّرُ الآخَرُ الغذاءَ للإنسانِ.

الكائنُ الطلائعيُّ Protist فردٌ في مملكةِ الطلائعيّاتِ. وتختلفُ الطلائعيّاتُ عن الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى من عدَّة جوانبَ. انظرْ إلى **الشكلِ ١** لرؤيةِ مجموعةٍ مميَّزةٍ من الطلائعيّاتِ.

خصائصُ عامَّةٌ

الطلائعيّاتُ متنوِّعةٌ جدًّا، ولديها بعضُ الميزاتِ المشتركةِ بينَها. معظمُ الطلائعيّاتِ كائناتٌ حيَّةٌ أحاديَّةُ الخليَّةِ، لكنَّ بعضَها مكوّنٌ من عِدَّةِ خلايا، ويعيشُ قسمٌ منها في مستعمراتٍ. تُنتِجُ بعضُ الطلائعيّاتِ غذاءَها الخاصَّ، ويتغذّى بعضُها على كائناتٍ حيَّةٍ أخرى، أو على موادَّ متحلِّلةٍ. تتحكَّمُ أنواعٌ من الطلائعيَّاتِ في حركاتِها الخاصَّةِ، ولاتستطيعُ أنواعٌ أُخرى ذلك. لكنَّ جميعَ الطلائعيّاتِ حقيقيَّةُ النواةِ، وهذا يعني أنّ كلَّ خليَّةٍ من خلاياها ذاتُ نواةٍ حقيقيَّةٍ.

أفرادُ مملكةِ الطلائعيّاتِ يجمعُها اختلافُها عن أعضاءِ الممالكِ الأخرى، أكثرَ مما يجمعُها التشابهُ في ما بينَها. والطلائعيّاتُ أقلُّ تعقيدًا من سائرِ الكائناتِ الحيَّةِ حقيقيَّةِ النواةِ. فخلافًا للفطرِ والنباتاتِ والحيواناتِ، ليسَ للطلائعيَّاتِ، مثلاً، أنسجةٌ متخصِّصَةٌ. ولأنَّ الطلائعيّاتِ متنوِّعةٌ جدًّا، يرى بعضُ العلماءِ بوجوبِ تقسيمِ مملكةِ الطلائعيّاتِ إلى عدَّةِ ممالكَ، ولا يزالون إلى الآن يراجعون تصنيفَ الطلائعيّاتِ.

مؤشّراتُ الأداءِ

- يعدِّدُ خصائصَ الطلائعيّاتِ.
- يعدِّدُ أربعَ طرقٍ تحصُلُ بها الطلائعيّاتُ على الغِذاءِ.
- يحددُ ثلاثَ طرقٍ تتكاثرُ بها الطلائعيّاتُ.

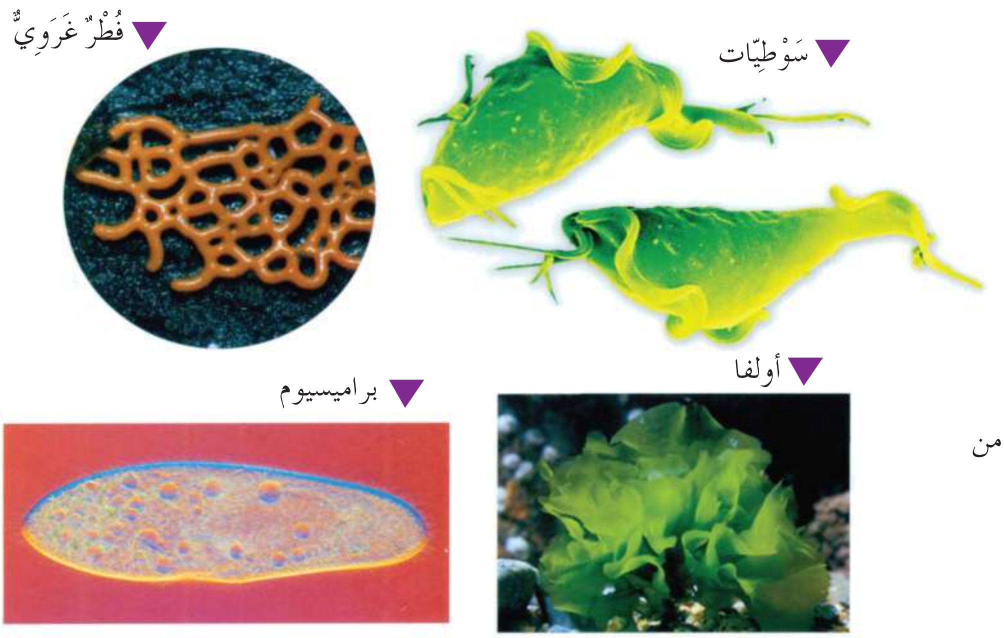
المفرداتُ والمفاهيمُ

الكائنُ الطلائعيُّ
غيرُ ذاتيِّ التغذيةِ
الطفيل
العائل

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة: اقرأْ هذا القِسْمَ بصمتٍ. اكتبْ ما لديكَ من أسئلةٍ حولَهُ. ناقشْ أسئلتكَ في مجموعةٍ صغيرةٍ.

الكائنُ الطلائعيُّ: كائنٌ حيٌّ ينتمي إلى مملكةِ الطلائعيّاتِ.



الشكل ١ للطلائعيّاتِ كثيرٌ من الأشكالِ المختلفةِ.

الطلائعيّاتُ والغِذاءُ

تَحصُلُ الطلائعيّاتُ على الغذاءِ بعدَّةِ طرقٍ. تصنعُ بعضُ الطلائعيّاتِ غذاءَها الخاصَّ. وتتغذّى بعضُ الطلائعيّاتِ على كائناتٍ حيَّةٍ أخرى، أو أجزاءٍ أو منتَجاتٍ من كائناتٍ حيَّةٍ أخرى. تستخدمُ بعضُ الطلائعيّاتِ أكثرَ من طريقةٍ واحدةٍ للحصولِ على الغذاءِ.

إنتاجُ الغذاءِ

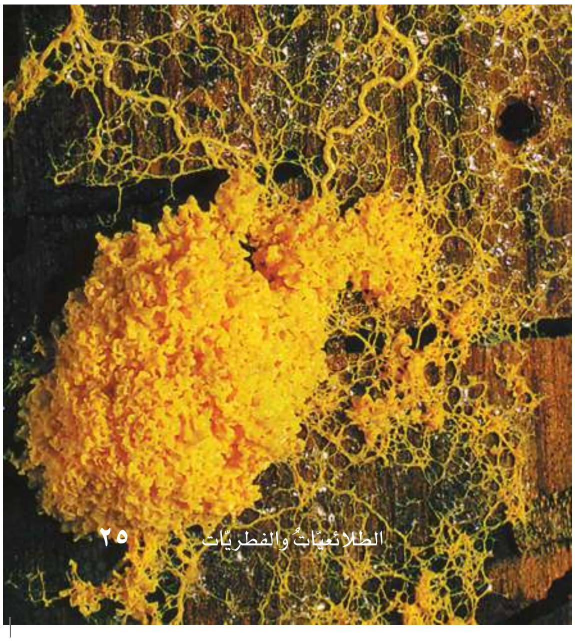
بعضُ الطلائعيّاتِ منتجةٌ، تصنعُ غذاءَها الخاصَّ مثلَ النباتاتِ الخضراءِ. لدى الطلائعيّاتِ المُنتجةِ تراكيبُ خاصَّةٌ في خلاياها، تسمّى **البلاستيداتِ الخضراءِ**. تلتقطُ هذه التراكيبُ طاقةَ ضوءِ الشمسِ. تستخدمُ الطلائعيّاتُ هذه الطاقةَ لإنتاجِ الغذاءِ، بعمليَّةٍ تسمّى **البناءَ الضوئيَّ**. تستخدمُ النباتاتُ العمليَّةَ نفسَها لصُنْعِ غذائِها الخاصِّ.

الحصولُ على الغذاءِ

بعضُ الطلائعيّاتِ تحصلُ على الغذاءِ الجاهزِ من بيئتِها. هذه الطلائعيّاتُ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيةِ. **غيرُ ذاتيَّةِ التغذيةِ** Heterotrophs كائناتٌ حيَّةٌ لا تستطيعُ صُنْعَ غذائِها الخاصِّ. تتغذّى هذه الكائناتُ الحيَّةُ على كائناتٍ حيَّةٍ أخرى، أو أجزاءَ كائناتٍ حيَّةٍ أخرى، أو مُنتجاتِها أو بقاياها.

تتغذّى طلائعيّاتٌ كثيرةٌ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيَةِ على كائناتٍ حيَّةٍ صغيرةٍ، مثلِ البكتيريا أو الخميرةِ أو الطلائعيّاتِ الأخرى. الكائناتُ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيَةِ تشبهُ الحيواناتِ في طريقةِ حصولِها على الغذاءِ. بعضُ الطلائعيّاتِ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيَةِ محلِّلةٌ. يحصلُ **المحلِّلُ** على الطاقةِ بتفكيكِ الموادِّ العضويَّةِ المَيْتَةِ. وبعضُ الطلائعيّاتِ تحصلُ على الطاقةِ بأكثرَ من طريقةٍ. مثلاً: يحصلُ الفطرُ الغرويُّ، كما في **الشكل ٢**، على الطاقةِ بابتلاعِ كائناتٍ حيَّةٍ صغيرةٍ، وجسيماتِ موادَّ عضويَّةٍ.

بعضُ الطلائعيّاتِ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيَةِ طفيليّاتٌ. يغزو **الطفيلُ** Parasite كائنًا حيًّا آخرَ للحصولِ على الموادِّ الغذائيَّةِ التي يحتاجُ إليها. الكائنُ الحيُّ الذي يغزوهُ الطفيلُ يسمّى **العائلَ** Host. تسبِّبُ الطفيليّاتُ الأذى لعوائلِها. والطلائعيّاتُ الطفيليَّةُ قد تغزو فطريّاتٍ أو نباتاتٍ أو حيواناتٍ. في أواسطِ القرنِ التاسعَ عشرَ، أبادَ أحدُ الطلائعيّاتِ الطفيليَّةِ معظمَ محصولِ البطاطسِ في إيرلندا. وبفقدانِ البطاطسِ نقصَ الطعامُ وماتَ كثيرٌ من الناسِ جوعًا. واليومَ، يَعرفُ الناسُ كيفَ يحمونَ المحاصيلَ من طلائعيّاتٍ كثيرةٍ كتلكَ.



الشكل ٢ يحصُلُ الفطرُ الغرويُّ على الطاقةِ من الكائناتِ الحيَّةِ الصغيرةِ وجسيماتِ الموادِّ العضويَّةِ.

نشاطٌ منزليٌّ

غذاءُ الفكرِ

راجعْ، بمشاركةِ عائلتِكَ، كيف تحصُلُ المنتِجاتُ والمستهلِكاتُ والمحلِّلاتُ والطفيليّاتُ على الطاقةِ. فكِّرْ في الكائناتِ الحيَّةِ التي تعيشُ قربَ بيتِكَ، والتي تحصُلُ على غذائِها بهذه الطرقِ المختلفةِ. ثمّ قمْ بإعدادِ مُلصَقٍ لعرضِ أمثلتِكَ. تأكَّدْ من أنَّ الملصقَ يَصِفُ كلَّ طريقةٍ من طرقِ الحصولِ على الغذاءِ.

تحقَّقْ

كيف تحصُلُ الطلائعيّاتُ المنتِجاتُ على غذائِها؟

غيرُ ذاتيِّ التغذيةِ: كائنٌ حيٌّ يحصُلُ على الغذاءِ بأكلِه الكائناتِ الحيَّةَ الأخرى أو نواتجَها الثانويَّةَ. ولا يستطيعُ الكائنُ غيرُ ذاتيِّ التغذيةِ صُنْعَ المركّباتِ العضويّةِ من الموادِّ اللاعضويَّةِ.

الطفيلُ: كائنٌ حيٌّ يتغذّى بأكلِه كائنًا حيًّا من نوعٍ آخرَ (العائلَ). والطفيلُ في العادةِ، يؤذي العائلَ. لا يستفيدُ العائلُ أبدًا من وجودِ الطفيلِ.

العائلُ: كائنٌ حيٌّ يأخذُ منه الطفيلُ الغذاءَ لنفسِه أو يتَّخذُهُ ملجأً.



الشكل ٣ تتكاثرُ *اليوجلينا* بالانشطارِ الثنائيِّ والطوليِّ.

تكاثرُ الطلائعيّاتِ

تتكاثرُ الطلائعيّاتُ، كما تتكاثرُ جميعُ الكائناتِ الحيَّةِ. إنَّها تتكاثرُ بعدَّةِ طرقٍ. بعضُها يتكاثرُ لاجنسيًّا، ويتكاثرُ بعضُها الآخرُ جنسيًّا. وتتكاثرُ بعضُ الطلائعيّاتِ لاجنسيًّا في مرحلةٍ من دورةِ حياتِها، وجنسيًّا في مرحلةٍ أخرى.

التكاثرُ اللاجنسيُّ

تتكاثرُ معظمُ الطلائعيّاتِ لاجنسيًّا. في التكاثرِ اللاجنسيِّ، يكون النسلُ ناتجًا من فردٍ واحدٍ فقط. هذا النسلُ مماثلٌ تمامًا للفردِ الذي نَشَأَ منه. يُظهرُ **الشكلُ ٣** **اليوجلينا** التي تتكاثرُ لاجنسيًّا بطريقةِ الانشطارِ الثنائيِّ. في الانشطارِ الثنائيِّ، ينقسمُ الطلائعيُّ أحاديُّ الخليَّةِ إلى خليَّتَيْن. في بعضِ الحالاتِ، يستخدمُ الطلائعيُّ أحاديُّ الخليَّةِ الانشطارَ المتعدِّدَ لإنتاجِ أكثرَ من خليَّتين من فردٍ واحدٍ في الوقتِ نفسِه. كلُّ خليَّةٍ جديدةٍ هي طلائعيٌّ أُحاديُّ الخليَّةِ.

التكاثرُ الجنسيُّ

يمكنُ لبعضِ الطلائعيّاتِ أن تتكاثرَ جنسيًّا، حيثُ يتطلَّبُ التكاثرُ الجنسيُّ أبوَيْن. أحيانًا يتكاثرُ **البراميسيومُ** جنسيًّا بعمليَّةٍ تسمّى **الاقترانَ**. يعرِضُ **الشكلُ ٤** كائنَيْ براميسيومَ أثناءَ عمليَّةِ الاقترانِ.

تستطيعُ طلائعيَّاتٌ كثيرةٌ أنْ تتكاثرَ لاجنسيًّا وجنسيًّا. عند بعضِ الطلائعيّاتِ المنتجِةِ، تتبدَّلُ طريقةُ التكاثرِ كلَّ جيلٍ. مثلاً: يتكاثرُ الأبُ بشكلٍ لاجنسيٍّ، بينَما يتكاثرُ نسلُه جنسيًّا. وتتكاثرُ طلائعيّاتٌ أُخرى بشكلٍ لاجنسيٍّ إلى أن تصبحَ الظروفُ البيئيَّةُ قاسيةً، كأنْ يتضاءلَ الغذاءُ أو الماءُ، فتستخدمُ التكاثرَ الجنسيَّ، وتبقى كذلك إلى أن تتحسَّنَ الظروفُ.

تحقَّقْ

ما الطريقتانِ اللتانِ يمكنُ أن تتكاثرَ بهما الطلائعيّاتُ بالانشطارِ لاجنسيًّا؟

وقْفَةٌ مع الرياضيّات

أزواجٌ من البراميسيوم

افترِضْ أنَّ ثلاثةَ أزواجٍ من الطلائعيّاتِ من جنسِ البراميسيوم تقترنُ في الوقتِ نفسِه. كلُّ زوجٍ يخلِّفُ بنجاحٍ أربعةَ طلائعيّاتٍ، لكلٍّ منها مزيجٌ جديدٌ من المادَّةِ الوراثيَّةِ. ثُمَّ تقومُ الأفرادُ الجديدةُ بدورةٍ ناجحةٍ أخرى من الاقترانِ. كَمْ من هذه الطلائعيّاتِ يكونُ موجودًا بعد هذه الدورةِ من الاقترانِ؟

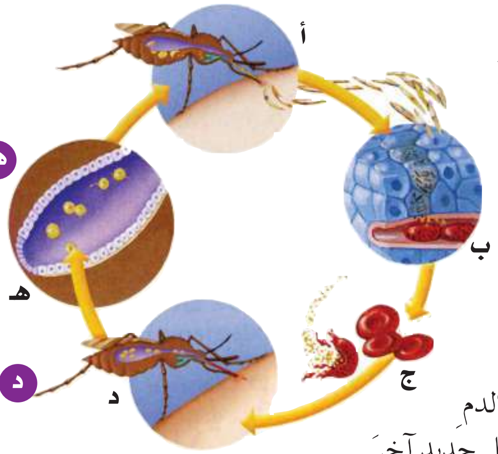


الشكل ٤ أحيانًا يتكاثرُ *البراميسيومُ* بالاقترانِ، وهو نوعٌ من التكاثرِ الجنسيِّ.

دورةُ حياةِ البلازموديوم

لدى بعضِ الطلائعيّاتِ دوراتٌ تكاثريَّةٌ معقَّدةٌ. تغيِّرُ هذه الطلائعيّاتُ شكلَها عدَّةَ مرّاتٍ. يظهرُ **الشكلُ ٥** دورةَ حياةِ **البلازموديوم فيفاكس**، وهو الكائنُ الطلائعيُّ الذي يسبِّبُ مرضَ الملاريا. يعتمدُ هذا الطلائعيُّ على الإنسانِ والبعوضِ للتكاثرِ.

الشكل ٥ يصيبُ البلازموديوم فيفاكس الإنسانَ والبعوضَ أثناءَ تكاثرِه.



أ عندَما تلسعُ بعوضةٌ مصابةٌ إنسانًا تطلِقُ البلازموديوم فيفاكس في دَمِه.

ب يدخلُ البلازموديوم فيفاكس خلايا الكَبِدِ البشريَّةِ، ويتكاثرُ ويعودُ إلى مجرى الدمِ بشكلٍ جديدٍ.

ج يغزو البلازموديوم فيفاكس خلايا الدمِ الحمراءَ ويتكاثرُ بسرعةٍ. تنفجرُ خلايا الدمِ الحمراءُ، ويخرجُ البلازموديوم في شكلٍ جديدٍ آخرَ.

د تلسعُ بعوضةٌ جديدةٌ إنسانًا مصابًا وتلتقطُ البلازموديومَ فيفاكس.

هـ ينضجُ البلازموديومُ في البعوضةِ حتى يبلغَ شكلَهُ الأصليَّ، ثم تبدأُ الدورةُ من جديدٍ.

مُراجعةُ القِسْم

ملخَّص

- الطلائعيّاتُ مجموعةٌ متنوِّعةٌ من الكائناتِ الحيَّةِ أحاديَّةِ الخليَّةِ وعديدةِ الخلايا.
- يجمعُ التصنيفُ الطلائعيّاتِ في مملكتِها الخاصّةِ، لأنها مختلفةٌ عن الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى من عدَّةِ جوانبَ.
- تحصُلُ الطلائعيّاتُ على الغذاءِ بإنتاجِه، أو بالحصولِ عليه من بيئتِها.
- تتكاثرُ طلائعيّاتٌ بطريقةٍ لاجنسيَّةٍ، وتتكاثرُ طلائعيّاتٌ جنسيًّا. وهناك طلائعيّاتٌ تتكاثرُ بشكلٍ لاجنسيٍّ وجنسيٍّ معًا.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمِ المفردتَيْنِ، **الطفيلَ** و**العائلَ**، في جملةٍ واحدةٍ.

٢. اكتُبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلٍّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ: **الكائنِ الطلائعيِّ**، و**غيرِ ذاتيِّ التغذيةِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. أيٌّ من التالي تختلفُ به الطلائعيّاتُ عن النباتاتِ والحيواناتِ؟
أ. الطلائعيّاتُ حقيقيَّةُ النواةِ.
ب. لدى جميعِ الطلائعيّاتِ خلايا كثيرةٌ.
ج. ليسَ للطلائعيّاتِ أنسجةٌ متخصِّصةٌ.
د. الطلائعيّاتُ ليسَتْ حقيقيَّةَ النواةِ.

٤. اذكُرْ ميزةً مشتركةً بين مختلِفِ الطلائعيّاتِ.

٥. اذكرْ ثلاثَ خصائصَ تختلفُ فيها الطلائعيّاتُ بعضُها عن بعضٍ.

٦. اذكرْ أربعةَ طرقٍ تحصُلُ بها الطلائعيّاتُ على الغذاءِ.

٧. اذكرْ ثلاثَ طرقٍ تتكاثرُ بها الطلائعيّاتُ.

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٨. إذا تكاثرَ سبعةٌ من أفرادِ ***اليوجلينا*** في الوقتِ نفسِه، فكم يكونُ عددُ الأفرادِ الناتجةِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تحديدُ العلاقاتِ**: ما أوجهُ التشابُهِ بينَ الاقترانِ والانشطارِ؟

١٠. **تطبيقُ المفاهيمِ**: يعتمدُ انتشارُ الملاريا على كلا العائلَيْنِ، البعوضةِ والإنسانِ. انطلقْ من هذه الحقيقةِ، وفكِّرْ في طريقةٍ مناسبةٍ لإيقافِ انتشارِ الملاريا.

القسمُ ٢

أنواعُ الطلائعيّاتِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ كيف يُمكِن أن تُنظَّمَ الطلائعيّاتُ في ثلاثِ مجموعاتٍ، بناءً على ميزاتِها المشترَكة.
- يُدرِجُ مثالاً على كلِّ مجموعةٍ من الطلائعيّاتِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الطحالب

العوالقُ النباتيَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظّمُ القراءةِ: وأنتَ تقرأُ هذا القسمَ، قمْ بإعدادِ جدولٍ تقارنُ فيه بينَ الطلائعيّاتِ المُنتِجةِ وغيرِ ذاتيَّةِ التغذيَةِ التي يمكنُها التحرُّكُ، وغيرِ ذاتيَّةِ التغذيَةِ التي لا تستطيعُ التحرُّكَ.

هل تصدِّقُ أنَّ هناك كائنًا حيًّا يعيشُ في غابةٍ، ويبدو كأنَّهُ كتلةُ بيضٍ مخفوقٍ؟ هذا الكائنُ الحيُّ موجودٌ بالفعلِ، وهو من الطلائعيّاتِ.

الكُتَلُ المخاطيَّةُ للطلائعيّاتِ تبدو مثلَ الغذاءِ المسكوبِ. والطلائعيّاتُ الموجودةُ على أسطحِ زجاجِ حوضِ أسماكٍ قد تبدو قذارةً. والقليلُ فقط من أنواعِ الطلائعيّاتِ الكثيرةِ بعضُها يشبهُ بعضًا.

من الصعبِ تصنيفُ هذه الكائناتِ الحيَّةِ الفريدةِ. يزدادُ العلماءُ معرفةً بشكلٍ دائمٍ لعلاقاتِ الطلائعيّاتِ. لذلك يصعبُ تنظيمُ الطلائعيّاتِ في مجموعاتٍ. إحدى الطرقِ التي تُصَنَّفُ على أساسِها الطلائعيّاتُ تستندُ إلى الميزاتِ المشتركةِ فيما بينها. بهذهِ الطريقةِ، يمكنُ للعلماءِ أن يصنِّفوا الطلائعيّاتِ في ثلاثِ مجموعاتٍ، هي: الطلائعيّاتُ المنتجةُ، وغيرُ ذاتيَّةِ التغذيةِ التي يمكنُها التحرُّكُ، وغيرُ ذاتيَّةِ التغذيَةِ التي لا تستطيعُ التحرُّكَ. هذا التصنيفُ لا يُظهِرُ العلاقةَ بينَ الطلائعيّاتِ. لكنَّهُ يساعدُنا على فهمِ أوجهِ الاختلافِ بين الطلائعيّاتِ.

الطلائعيّاتُ المنتِجةُ

يوجدُ الكثيرُ من الطلائعيّاتِ المنتِجةِ. الطلائعيّاتُ المنتجةُ، كالنباتاتِ، من حيثُ استخدامُها طاقةَ ضَوْءِ الشمسِ لصُنْعِ الغذاءِ بواسطةِ البناءِ الضوئيِّ. هذه الطلائعيّاتُ المنتِجةُ تُسمّى **الطحالبَ** Algae. تحتوي جميعُ الطحالبِ على الصِّبغةِ الخضراءِ، أي الكلوروفيلِ الذي يُستخدمُ لصُنْعِ الغذاءِ. لكنَّ أكثرَ الطحالبِ تحتوي على صبغاتٍ أُخرى أيضًا تعطيها ألوانًا غيرَ الأخضرِ. تعيشُ جميعُ الطحالبِ تقريبًا في الماءِ.

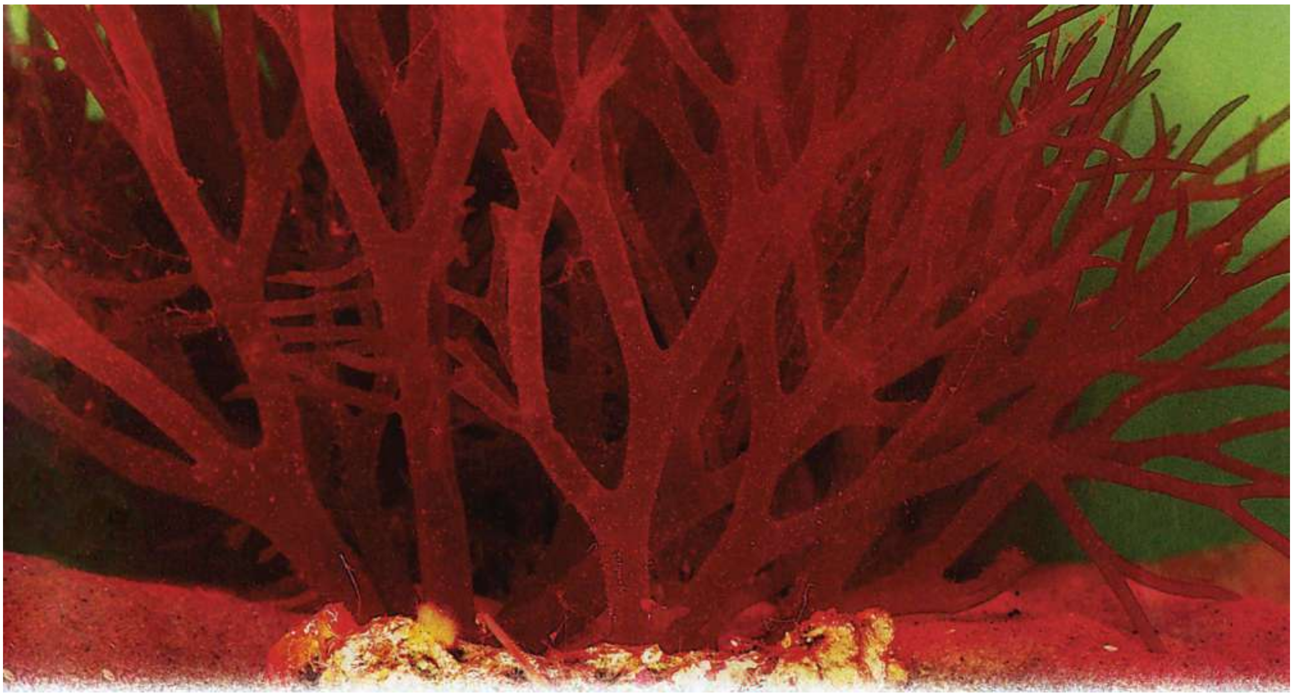
بعضُ الطحالبِ مكوَّنةٌ من خلايا كثيرةٍ، كما يظهرُ في **الشكل ١**. تعيشُ الطحالبُ عديدةُ الخلايا، عمومًا، في الماءِ الضحلِ على طولِ الشاطئِ. تُعرَفُ هذه الطحالبُ بالأعشابِ البحريةِ. ويمكنُ لبعضِها أنْ ينمُوَ حتّى عِدَّةِ أمتارٍ. الطحالبُ أُحاديَّةُ الخليَّةِ العائمةُ تسمّى **العوالقَ النباتيَّةَ** Phytoplankton. هذه الطحالبُ لا تُرى من دونِ مجهرٍ. وهي تطفو عادةً قربَ سطحِ الماءِ. توفِّرُ العوالقُ النباتيَّةُ الغذاءَ لكثيرٍ من الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى في الماءِ. وهي تنتجُ معظمَ أكسجينِ العالمِ أيضًا.

الطحالب: كائناتٌ حيَّةٌ حقيقيَّةُ النواةِ تحوِّلُ طاقةَ ضوءِ الشمسِ إلى غذاءٍ بواسطةِ البناءِ الضوئيِّ، لكنَّها بلا جذورٍ ولا سيقانٍ ولا أوراقٍ.

العوالقُ النباتيَّةُ: كائناتٌ حيَّةٌ مجهريَّةٌ تقومُ بالبناءِ الضوئيِّ، وتعومُ قربَ سطحِ البحرِ أو في المياهِ العذبةِ.



الشكل ١ بعضُ أنواعِ الطحالبِ، كهذا العشبِ البحريِّ العملاقِ، يمكنُها أن تنمُوَ حتى أمتارٍ كثيرةٍ.



الشكل ٢ طُحْلُبٌ أحمرُ.

الطحالبُ الحمراءُ

تعيشُ أكثرُ الطحالبِ الحمراءِ في المحيطاتِ الاستوائيَّةِ. يكونُ طولُها عادةً أقلَّ من 1 m. تحتوي خلايا الطحالبِ الحمراءِ على الكلوروفيلِ. لكنَّ صِبغةً حمراءَ إضافيَّةً تعطيها اللونَ الأحمرَ كما في **الشكلِ ٢**.

تحقَّقْ

إذا كانَتْ خلايا الطحالبِ الحمراءِ تحتوي على الكلوروفيلِ، فلم لا تكونُ خضراءَ؟

الطحالبُ الخضراءُ

الطحالبُ الخضراءُ لونُها أخضرُ، لأن الكلوروفيلَ هو الصِّبغةُ الرئيسةُ في خلاياها. أكثرُها يعيشُ في الماءِ أو التربةِ الرطْبةِ. لكنَّ هناك طحالبَ أخرى تعيشُ على جذوعِ الأشجارِ.

بعضُ الطحالبِ الخضراءِ أحاديَّةُ الخليَّةِ، وبعضُها عديدُ الخلايا. تعيشُ بعضُ أنواعِ الطحالبِ الخضراءِ أحاديَّةِ الخليَّةِ في مجموعاتٍ تسمّى **المستعمرات**، كالفولفوكسِ في **الشكلِ ٣**.



الشكل ٣ الفولفوكس طحلبٌ أخضرُ ينمو في مستعمراتٍ مستديرةٍ.

الطحالبُ البُنِّيّةُ

أغلبُ الأعشابِ البحريَّةِ الموجودةِ في المناخِ الباردِ هي طحالبُ بُنِّيَّةٌ. وهي ترتبطُ بالصخورِ أو تشكِّلُ مساكبَ كبيرةً عائمةً في مياهِ المحيطِ. تحتوي الطحالبُ البُنيَّةُ على كلوروفيلٍ وصِبغةٍ بُنِّيَّةٍ مصفرَّةٍ. وبعضُها ينمو حتى ٦٠ مترًا.

الدياتومات

الدياتوماتُ كائناتٌ أُحاديَّةُ الخليَّةِ موجودةٌ في المياهِ المالحةِ، كما في المياهِ العذبةِ. تحصلُ الدياتوماتُ على طاقتِها من البناءِ الضوئيِّ. وهي تشكِّلُ نسبةً مئويَّةً كبيرةً من العوالقِ النباتيَّةِ. تَظهرُ في **الشكلِ ٤** بعضُ الدياتوماتِ في عددٍ من الأشكالِ الهندسيَّةِ. جُدرُ خلايا الدياتوماتِ تحتوي على مادَّةٍ شبهِ زجاجيَّةٍ تسمّى **السيليكا**. خلايا الدياتوماتِ محصورةٌ داخلَ صدفةٍ من جزءَيْن.



الشكل ٤ بالرُّغْمِ من أنَّ أكثرَ الدياتوماتِ تطفو، فإن بعضَها يلتصقُ بنباتاتٍ أو أصدافٍ أو سلاحفَ بحريَّةٍ أو حيتانٍ.

الطحالبُ اليوجلينيَّةُ

الطحالبُ اليوجلينيَّةُ كائناتٌ أُحاديَّةُ الخليَّةِ تعيشُ في الماءِ العذبِ. وهي تستخدِمُ أسواطَها للتحرُّكِ في الماءِ. وهناك يوجلينياتٌ كثيرةٌ منتجةٌ وتصنعُ غذاءَها الخاصَّ. لكنْ عندما لا يوجدُ ما يكفي من الضوءِ لصنعِ الغذاءِ، تستطيعُ أن تحصلَ على الغذاءِ كالكائناتِ غيرِ ذاتيَّةِ التغذيةِ. يُظهرُ **الشكلُ ٥** تركيبَ أحدِ الطحالبِ اليوجلينيَّةِ.

تحقَّقْ
فيمَ تشبهُ الطحالبُ اليوجلينيَّةُ النباتاتِ والحيواناتِ معًا؟

الكائناتُ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيَةِ التي يمكنُها التحرُّكُ

تتميَّزُ بعضُ الطلائعيّاتِ غيرِ ذاتيَّةِ التغذيَّةِ بميزاتٍ خاصَّةٍ تسمحُ لها بالتحرُّكِ. بينما تعجزُ الطلائعيّاتُ غيرُ ذاتيّةِ التغذيَةِ الأخرى عن التنقُّلِ وحدَها. الطلائعيّاتُ التي يمكنُها التحرُّكُ تكونُ عادةً مستهلكاتٍ أو طفيليّاتٍ أُحاديَّةَ الخليَّةِ. هذه الطلائعيّاتُ المتحرِّكةُ تُسمّى أحيانًا **الأوَّليّاتِ**.

الأميبا

الأميبا من الأوَّليّاتِ. وهي تعيشُ في المياهِ العذبةِ والمياهِ المالحةِ وفي التربةِ، وتعيشُ كطفيليّاتٍ في الحيواناتِ. تأكلُ أنواعٌ كثيرةٌ من الأميبا البكتيريا والطلائعيّاتِ الصغيرةَ. وتعيشُ أميبياتٌ طفيليَّةٌ معيَّنةٌ داخلَ أمعاءِ الإنسانِ، وتسبِّبُ مرضًا يُسمّى الزحارَ الأميبيَّ.

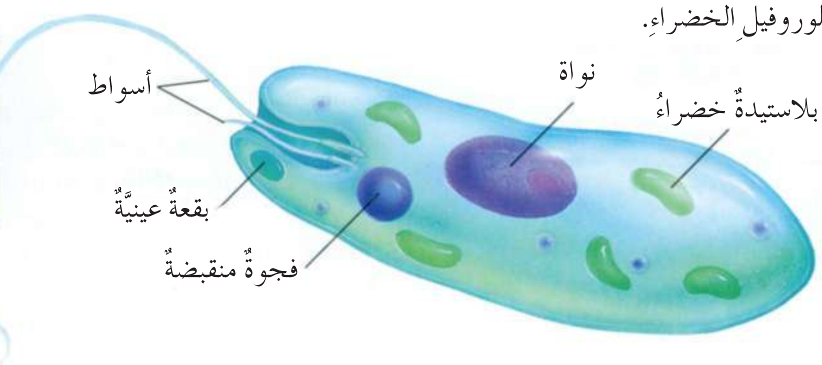
الشكل ٥ تركيبُ الطحالبِ اليوجلينيَّةِ

يحدُثُ البناءُ الضوئيُّ في **البلاستيدات الخضراءِ**. تحتوي هذه التراكيبُ على صِبْغةِ الكلوروفيلِ الخضراءِ.

معظمُ الطحالبِ اليوجلينيَّةِ لها **سوطانِ**، واحدٌ طويلٌ والثاني قصيرٌ، تتحرَّكُ بهما في الماءِ.

الطحالبُ اليوجلينيَّةُ لا ترَى، لكنها تضُمُّ **بقعتَيْن عينيَّتَيْن** لاستقبالِ الضَّوْءِ.

وللخليَّةِ تركيبٌ خاصٌّ يُسمّى **الفجوةَ المنقبضةَ**، لإخراجِ الماءِ الزائدِ من الخليَّةِ.



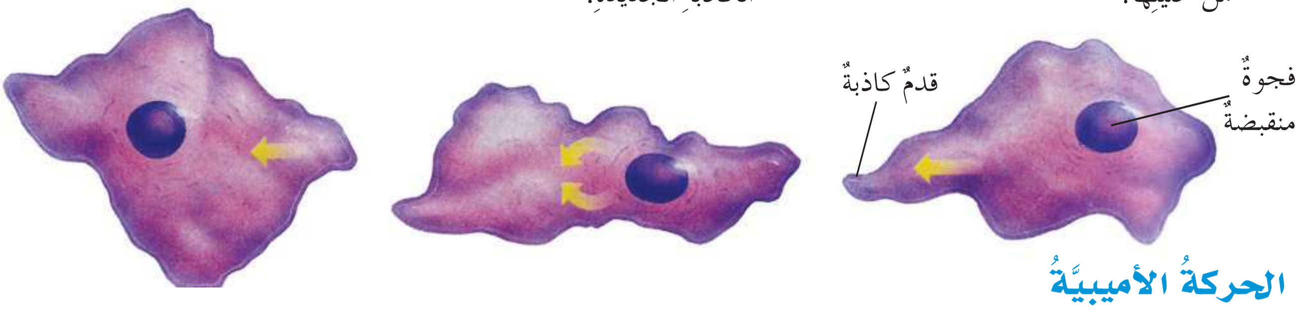


الشكل ٦ الحركةُ الأميبيَّةُ

١ أميبا تمدُّ قدمًا كاذبةً جديدةً من جزءٍ من خليَّتِها.

٢ بقيَّةُ الخليَّةِ تنصبُّ في القدمِ الكاذبةِ الجديدةِ.

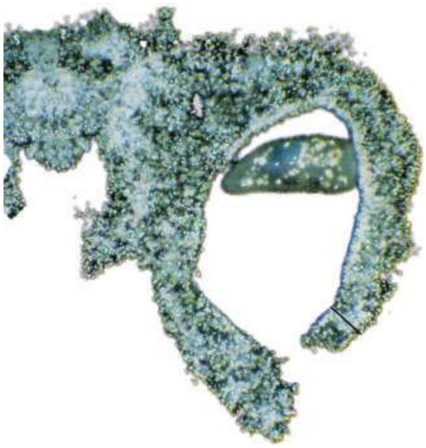
٣ الأقدامُ الكاذبةُ الأخرى تتراجعُ.



الحركةُ الأميبيَّةُ

تتحرَّكُ الأميبا بواسطةِ أقدامٍ كاذبةٍ. ولكي تتحرَّكَ، تمدُّ قدمًا كاذبةً إلى خارجِ الخليَّةِ. ثمَّ تنصبُّ الخليَّةُ فيها. يظهرُ في **الشكلِ ٦** كيف تستعملُ الأميبا الأقدامَ الكاذبةَ للحركةِ.

تستخدِمُ الأميبا الأقدامَ الكاذبةَ أيضًا للإمساكِ بالغذاءِ. يُهضَمُ الغذاءُ فيما بعدُ في **الفجوة الغذائية**، بواسطةِ أنزيمات. يظهرُ في **الشكلِ ٧** أميبا تُمسِكُ بغذاءٍ.



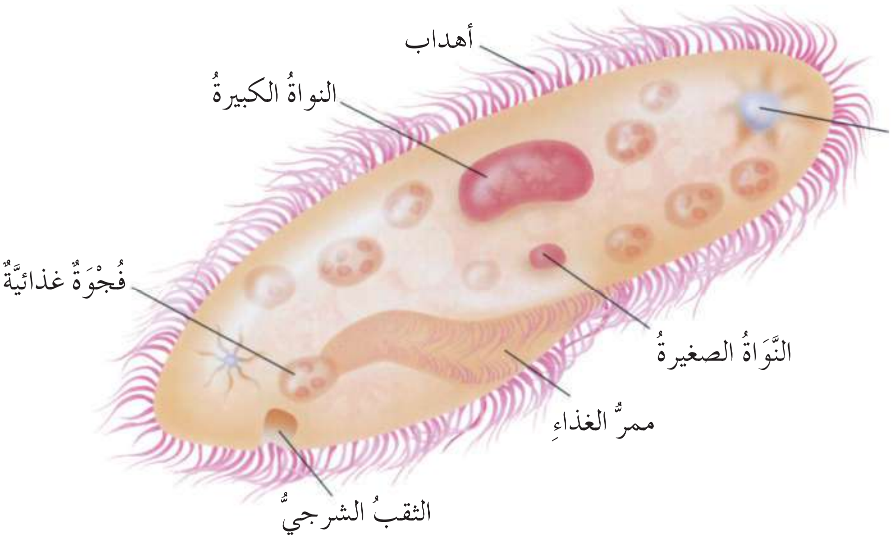
الشكل ٧ أميبا تحيطُ بفريستِها.

الهُدْبيّات

الهُدْبيّاتُ طلائعيّاتٌ معقَّدةٌ. لها مئاتُ التراكيبِ شبهِ الشعريَّةِ الصغيرةِ جدًّا، تُعرَفُ **بالأهداب**. تُحرِّكُ الأهدابُ الكائنَ الطلائعيَّ إلى الأمامِ بالنبضِ ذهابًا وإيابًا. تدفعُ الأهدابُ أيضًا الغذاءَ نحوَ ممرِّ الغذاءِ. أكثرُ الهدبيّاتِ شُهْرةً هو **البراميسيومُ** الظاهرُ في **الشكلِ ٨**.

لخليَّةِ البراميسيوم نواتان. النواةُ الكبيرةُ التي تتحكَّمُ في وظائفِ الخليَّةِ. والنواةُ الصغيرةُ لها دورٌ في التبادلِ الوراثيِّ أثناءَ التكاثرِ الجنسيِّ.

الشكل ٨ تركيبُ البراميسيوم





يستخدمُ **البراميسيوم** أهدابًا لدفعِ الغذاءَ نحوَ **ممرِّ الغذاءِ**.

يدخلُ الغذاءُ **فجوةً غذائيَّةً**، وفيها تهضِمُهُ الأنزيمات.

تُطرحُ فضلاتُ الغذاءِ من الخليَّةِ عبرَ **الثقبِ الشرجيِّ**.

تُخرِجُ **فجوةٌ منقبضةٌ** الماءَ الزائدَ.

الكائناتُ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيةِ التي لا تستطيعُ التحرُّكَ

بعضُ الطلائعيّاتِ غيرِ ذاتيةِ التغذيةِ طفيليَّةٌ ولا تتنقّلُ. وبعضُها الآخرُ يتنقَّلُ فقطْ في مراحلَ معيَّنةٍ من دورةِ حياتِه.

الطلائعيّاتُ المنتجةُ للأبواغِ

كثيرٌ من الطلائعيّاتِ المنتجةِ للأبواغِ طفيليّاتٌ. تمتصُّ هذه الطلائعيّاتُ الموادَّ الغذائيَّةَ من عوائلِها. وليسَ لها أهدابٌ أو أسواطٌ. دوراتُ حياتِها معقّدةٌ، وتتضمَّنُ عادةً عائلَيْنِ أو أكثرَ. مثلاً: تستخدِمُ الطلائعيَّاتُ التي تسبِّبُ الملاريا البعوضَ والإنسانَ كعوائلَ.

الفُطرُ الغرويُّ

الفطرُ الغَرَوِيُّ من الطلائعيّاتِ غيرِ ذاتيّةِ التغذيةِ. يمكنُهُ أن ينتقلَ فقط في بعضِ مراحلِ دورةِ حياتِه. يبدو مثلَ كتلٍ ملوَّنةٍ من المخاطِ لا شكلَ لها. يعيشُ الفطرُ الغرويُّ في الأماكنِ الرطبةِ الباردةِ في الغاباتِ. ويستخدمُ أقدامًا كاذبةً للتنقُّلِ والتقاطِ ما يأكلُه من البكتيريا والخميرةِ.

تعيشُ بعضُ أنواعِ الفُطرِ الغرويِّ كخليَّةٍ عملاقةٍ فيها كثيرٌ من الأنويةِ وسيتوبلازمٌ موحَّدٌ في إحدى مراحلِ حياتِها. والخليَّةُ تواصلُ النموَّ ما دامَتْ تستطيعُ توفيرَ الغذاءِ والماءِ.

عندما تُصبِحُ الظروفُ البيئيَّةُ قاسيةً، ينمو للفطرِ الغرويِّ تراكيبُ كالسيقانِ، على رؤوسِها كُتَلٌ مستديرةٌ، كما يظهرُ في **الشكل ٩**. تحتوي تلك الكتلُ على أبواغٍ. والأبواغُ خلايا تكاثريَّةٌ صغيرةٌ. تستطيعُ الأبواغُ أن تبقى لوقتٍ طويلٍ بلا ماءٍ أو بلا موادَّ غذائيَّةٍ. في المرحلةِ البوغيَّةِ الفطرُ الغرويُّ لا يتحرَّكُ. عندما تتحسَّنُ الظروفُ ينمو كلُّ بَوْغٍ، ويصبحُ فُطرًا غرويًّا جديدًا.

رابطٌ دراساتٍ اجتماعيَّةٍ

الملاريا

البلازموديوم فيفاكس هو الكائنُ الطلائعيُّ الذي يُنتِجُ الأبواغَ ويسبِّبُ الملاريا. يصابُ الناسُ بالملاريا في المناطقِ الاستوائيَّةِ، إذا لسعهُمْ بعوضٌ يحملُ طفيلَ الملاريا. تُعالجُ الملاريا بالأدويةِ، لكنَّ هذه الأدويةَ لا تصلُ إلى الكثيرين. فيموتُ الملايينُ كلَّ سنةٍ بسببِ الملاريا. ابحثْ حولَ نِسَبِ الإصاباتِ بالملاريا في الأجزاءِ المختلفةِ من العالمِ، وقدِّمْ نتائجَكَ إلى الصفِّ.

تحقَّقْ

كيف يتمكَّنُ الفطرُ الغرويُّ من البقاءِ في الظروفِ البيئيَّةِ القاسيةِ؟

الشكل ٩ التراكيبُ الكرويَّةُ من الفطرِ الغرويِّ المحتويةُ على الأبواغِ تُسمّى الحوافظَ البوغيَّةَ.



مُراجعةُ القِسْمِ

ملخَّص

- تنظَّمُ الطلائعيّاتُ في مجموعاتٍ، هي: المنتجاتُ، غيرُ ذاتيّةِ التغذيةِ التي تتحرَّكُ، غيرُ ذاتيّةِ التغذيةِ التي لا تستطيعُ التحرُّكَ.
- الطلائعيّاتُ المنتجةُ تصنعُ غذاءَها الخاصَّ بواسطةِ البناءِ الضوئيِّ. وتُعرَفُ بالطحالبِ، وأكثرُها يعيشُ في الماءِ. الطحالبُ أحاديّةُ الخليّةِ الطافيةُ هي عوالقُ نباتيّةٌ.
- الطحالبُ الحمراءُ والطحالبُ الخضراءُ والطحالبُ البُنّيّةُ والدياتوماتُ وبعضُ اليوجلينيّاتِ، كلُّها طلائعيّاتٌ منتجةٌ.
- الطلائعيّاتُ غيرُ ذاتيّةِ التغذيةِ لا تستطيعُ صُنْعَ غذائِها الخاصِّ. وهي مستهلِكةٌ أو محلِّلةٌ أو طُفَيْليّةٌ. والطلائعيّاتُ التي يمكنُها أنْ تتحرَّكَ تسمَّى أحيانًا الأوّليّاتِ.
- الأميبا والهدبيّاتُ كلُّها طلائعيّاتٌ غيرُ ذاتيّةِ التغذيةِ، ويمكنُها التحرُّكُ.
- الطلائعيّاتُ المنتجةُ للأبواغِ، والفُطْرُ الغَرَويُّ، طلائعيّاتٌ لا تستطيعُ التحرُّكَ، أو يمكنُها أنْ تتحرَّكَ فقط في بعضِ مراحلِ دورةِ حياتِها.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمِ المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ في جملةٍ واحدةٍ: العوالقَ النباتيّةَ والطحالبَ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيُّ أنواعِ الطلائعيّاتِ التاليةِ منتجةٌ؟
   أ. الدياتوماتُ.
   ب. الأميبا.
   ج. الفُطرُ الغرويُّ.
   د. الهدبيّاتُ.

٣. كيف يتغذى الكثيرُ من الأميبا؟
   أ. تفرزُ عصائرَ هضميَّةً على الغذاءِ.
   ب. تنتجُ غذاءً من ضوءِ الشمسِ.
   ج. تبتلعُ غذاءً بواسطةِ أقدامٍ كاذبةٍ.
   د. تستخدمُ أهدابًا لتدفعَ الغذاءَ نحوَها.

٤. هاتِ مثالاً على طلائعيٍّ واحدٍ من كلٍّ من مجموعاتِ الطلائعيّاتِ الثلاثِ.

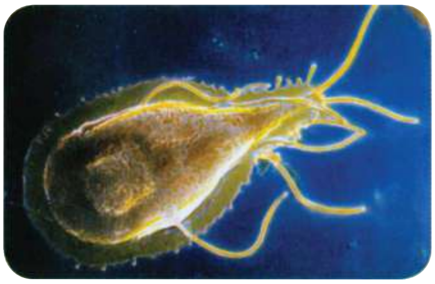
٥. علِّلْ: من المنطقيِّ تجميعُ الطلائعيّاتِ بناءً على الخصائصِ المشتركةِ بينها، بدلاً من العلاقاتِ بينَها.

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **مقارنة**: ما وجهُ الاختلافِ بينَ الطلائعيّاتِ المنتجةِ، وغيرِ ذاتيَّةِ التغذيةِ التي يمكنُها الحركةُ، وغيرِ ذاتيَّةِ التغذيةِ التي لا تستطيعُ الحركةَ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدمِ الصورةَ المرفقةَ أدناهُ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليها:



٧. كيف يتحرَّكُ هذا الطلائعيُّ؟

٨. حدِّدْ صنفَ الطلائعيِّ الظاهرِ في الصورةِ. للقيامِ بذلك، اكتبْ قائمةً بأنواعِ الطلائعيّاتِ التي لا يمكنُ لهذا الكائنِ أنْ يكونَها.

القسمُ ٣

الفُطْرِيّات

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ خصائصَ الفُطرِيّات.
- يميِّزُ بينَ المجموعاتِ الأربعِ الرئيسة للفُطريّات.
- يوضِّحُ كيفَ تؤثِّرُ الأُشناتُ في بيئتِها.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الفُطْر
الخيُوطُ الفُطْريَّة
الغَزْلُ الفُطْري
البَوْغ
العَفَن
الأُشنة

استراتيجيّةُ القراءةِ

تلخيصٌ: اقرأ هذا القسمَ بصمتٍ. شكِّلْ ثنائيًّا. تناوبْ أنت وزميلُك على تلخيص القِسْم. توقَّفا لمناقشةِ الأفكارِ التي تبدو غيرَ واضحة.

ما علاقةُ الجُبْنِ والخبزِ وصلصةِ الصويا بالفُطريّات؟ إنّ فُطْرًا ما يمكنُهُ أنْ يساهمَ في صُنْعِ كلٍّ من هذه الأطعمةِ.

الفُطريّاتُ موجودةٌ في كلِّ مكانٍ. إن عيشَ الغرابِ نوعٌ من الفُطرِ، والخميرةُ التي تُستخدمُ لصُنْعِ الخُبْزِ فطرٌ. وإن أُصبْتَ يومًا بمرض «قَدَمِ الرياضيِّ» فسببُ ذلك هو الفُطرُ.

خصائصُ الفُطْريّاتِ

الفطريّاتُ Fungi كائناتٌ غيرُ ذاتيّةِ التغذيةِ، وهي حقيقيَّةُ النواةِ ولها جُدرٌ خلويَّةٌ قاسيةٌ، ولا تحتوي على الكلوروفيل. وتختلفُ جدًّا عن الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى. فهي لذلك تنتمي إلى مملكتِها الخاصَّةِ. وللفُطريّات، كما ترى في **الشكل ١**، أشكالٌ وحجومٌ وألوانٌ متنوِّعةٌ.

غذاءُ الفُطريّاتِ

الفُطريّاتُ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيةِ، وهي لا تستطيعُ الإمساكَ أو الإحاطةَ بالغذاءِ. لذلك كانَ يلزمُها أن تعيشَ على غذائِها أو قربَه. معظمُ الفُطريّاتِ مستهلكةٌ، تحصُلُ على الموادِّ الغذائيّةِ بإفرازِ عصائرَ هضميَّةٍ على مصدرِ غذائِها، ثُمَّ امتصاص ذلك الغذاءِ المهضوم. كثيرٌ من الفطريّاتِ محلِّلةٌ، تتغذّى على الموادِّ النباتيَّةِ أو الحيوانيَّةِ المَيْتةِ. والفُطْريّاتُ الأخرى طفيليَّةٌ.

تعيشُ بعضُ الفُطْريّاتِ علاقةَ تبادل المنفعةِ مع كائناتٍ حيَّةٍ أخرى. مثلاً: ينمو كثيرٌ من أنواعِ الفُطريّاتِ على جذورِ النباتاتِ أو فيها. ويوفِّرُ النباتُ موادَّ غذائيَّةً للفُطرِ، كما يساعدُ الفُطْرُ الجذرَ على امتصاصِ المعادنِ، ويحمي النباتَ من بعضِ الكائناتِ الحيَّةِ المسبِّبةِ للمرض. هذه العلاقةُ بين نباتٍ وفُطرٍ تُسمّى فطريّاتٍ جذريَّةً *mycorrhiza*.

الفُطْر: كائنٌ حيٌّ خلاياه ذاتُ أنويةٍ وجُدُرٍ خلويَّةٍ قاسيةٍ، وليس فيه كلوروفيل، وينتمي إلى مملكةِ الفُطْريّاتِ.

الشكل ١ تختلفُ الفطريّاتُ كثيرًا في مظهرِها.


▼ فُطْرُ القُبَّعةِ


▲ فُطْرِ عُشِّ الطير


▼ فُطْرٌ مرجانيٌّ مستقيمٌ



الشكل ٢ الغَزْلُ الفُطريُّ تحتَ الأرضيِّ يتكوَّنُ من خيوطٍ فُطْريَّةٍ.

تركيبُ الفطرِ

جميعُ الفُطْريّاتِ مكوَّنةٌ من خلايا حقيقيّةِ النواةِ. لكنَّ بعضهَا أحاديُّ الخليَّةِ، في حين أنّ أكثرَها مكوَّنٌ من عدَّةِ خلايا. الفُطْريّاتُ عديدةُ الخلايا تتكوَّنُ من سلاسلَ من الخلايا تسمّى **الخيوطَ الفُطْريَّةَ Hyphae**. خلايا هذه الخيوطِ لها فُتُحاتٌ بين جُدُرِ خلاياها. وهذه الفتحاتُ تسمحُ للسيتوبلازم بالتحرُّك بحُرِّيَّةٍ بينَ الخلايا.

أغلبُ الخيوطِ التي تكوِّنُ الفطرَ تنمو معًا لتشكِّلَ كتلةً ملتفَّةً تسمّى **الغَزْلَ الفُطْريَّ Mycelium**. يكوِّنُ الغزْلُ الفُطْريُّ الجزءَ الرئيسَ من الفُطرِ. لكنَّ هذه الكتلةَ مخفيَّةٌ عن النظرِ تحتَ الأرضِ. تظهرُ في **الشكل ٢** الخيوطُ الفُطريَّةُ لأحدِ الفُطريّاتِ.

تكاثرُ الفُطْريّاتِ

يكونُ التكاثرُ لدى الفُطْريّاتِ إمّا جنسيًّا وإمّا لاجنسيًّا. يحدثُ التكاثرُ اللاجنسيُّ لدى الفُطْريّاتِ بطريقتَيْن. عندَ التكاثرِ اللاجنسيِّ بالطريقةِ الأولى، تتفكَّكُ الخيوطُ الفطريَّةُ وتصبحُ كلُّ قطعةٍ جديدةٍ فُطرًا جديدًا. ويمكنُ أن يَحْدُثَ التكاثرُ اللاجنسيُّ أيضًا بإنتاجِ الأبواغِ. **الأبواغ Spores** خلايا تكاثريَّةٌ صغيرةٌ محميَّةٌ بجدارٍ خَلَويٍّ سميكٍ. الأبواغ خفيفةٌ ويمكنُها أن تنتشرَ بسهولةٍ بواسطةِ الرياحِ. إذا كانتْ ظروفُ النموِّ ملائمةً في مكانِ هبوطِ البوغِ، ينمو البوغ ويكوِّنُ فطرًا جديدًا.

أمّا التكاثرُ الجنسيُّ لدى الفُطرِ فيحدثُ عندما تتشكَّلُ تراكيبُ خاصَّةٌ لإنتاجِ خلايا تكاثريَّةٍ. تندمجُ الخلايا التكاثريَّةُ لإنتاجِ أبواغٍ جنسيَّةٍ تنمو وتكوِّنُ فُطْرِيّاتٍ جديدةً. يظهرُ في **الشكلِ ٣** فطرٌ يُطلِقُ أبواغًا تكاثريَّةً في الهواءِ.

تحقَّقْ
ما طريقتا التكاثرِ اللاجنسيِّ اللتانِ تستخدمُهما الفُطريّاتُ؟

مختبرٌ سريعٌ

خبزٌ متعفنٌ

١. بلِّلْ قِطعةَ **خبزٍ** ببضعِ **قَطَراتٍ من الماءِ**، وضَعْها في **كيسٍ بلاستيكيٍّ** واحفظْه مختومًا لمدَّةِ أسبوعٍ واحدٍ.
٢. ارسُمْ أو التقطْ صورةً للخبزِ، وهو في الكيسِ البلاستيكيِّ.
٣. توقَّعْ ما تعتقدُ أنَّهُ سيحدُثُ خلالَ الأسبوعِ. هل تتوقَّعُ أنْ يتعفَّنَ الخبزُ؟
٤. بعد مرورِ الأسبوعِ، اطَّلِعْ على الخبزِ في الكيسِ البلاستيكيِّ وقارنْهُ برسمِكَ التصوُّريِّ. ماذا حدَثَ؟ هل كانَتْ توقُّعاتُكَ صحيحةً؟
٥. ناقشْ مع زميلٍ لكَ مصدرَ أبواغِ العفنِ، وكيف تنمو.

الخيطُ الفُطْريّ: سلسلة من خلايا فطريَّةٍ غير تكاثريَّةٍ.

الغَزْلُ الفُطْريّ: مجموعةٌ من الخيوطِ الفطريَّةِ تشكِّلُ كتلةً ملتفَّةً.

البَوغ: خليَّةٌ تكاثريَّةٌ أو تركيبٌ عديدُ الخلايا قادرٌ على مقاومةِ الظروفِ البيئيَّةِ القاسيةِ، ويمكنُهُ التطوُّرُ إلى كائنٍ بالغٍ دونَ أن يندمجَ بخليَّةٍ أخرى.



الشكل ٣ هذا الفطرُ النفَّاثُ يطلِقُ أبواغًا جنسيَّةً، يمكنُها إنتاجُ فُطريّاتٍ جديدةٍ.

أنواعُ الفُطريّاتِ

تُصنَّفُ الفُطريّاتُ وفقًا لأشكالِها وطرقِ تكاثرِها. يوجدُ من الفُطريّاتِ أربعُ مجموعاتٍ رئيسةٍ. أكثرُ أنواعِ الفُطريّاتِ تتناسبُ مع هذه المجموعاتِ. وهذه المجموعاتُ هي: الفُطريّاتُ الاقترانيّةُ، والفُطريّاتُ الكيسيَّةُ، والفُطْرِيّاتُ الدُّعاميَّةُ، والفُطْرِيّاتُ الناقصةُ.

الفُطْرِيّاتُ الاقترانيَّةُ

العفن Mold، كعَفَنِ الخبزِ الأسودِ الظاهرِ في **الشكلِ ٤**، هو فُطْرٌ على شكلِ زغبٍ. وعَفَنُ الخبزِ تحديدًا يعودُ إلى مجموعةٍ من الفطرِ هي مجموعةُ **الفطريّاتِ الاقترانيَّةِ**. أغلبُ الفُطريّاتِ في هذه المجموعةِ تعيشُ في التربةِ. وهي محلِّلةٌ. لكنَّ بعضَ الفطريّاتِ الاقترانيَّةِ طفيليَّةٌ.

الفطريّاتُ الاقترانيَّةُ تتكاثرُ جنسيًّا ولاجنسيًّا. في الحالين يُطلِقُ الفطرُ أبواغًا من تراكيبَ كرويَّةٍ تسمّى **الحوافظَ البوْغِيةَ**، كهذهِ الظاهرةِ في **الشكلِ ٥**.



الشكل ٤ عَفَنُ الخبزِ الأسودِ كتلةٌ قطنيَّةٌ طريَّةٌ تنمو على الخبزِ والفاكهةِ.

العَفَن: فُطرٌ يبدو مثلَ الصوفِ أو القطنِ.

تحقَّق
كيف يتكاثرُ الفُطرُ الاقترانيُّ؟



الشكل ٥ كلُّ حافظةٍ بوغيَّةٍ مستديرةٍ تحتوي على آلافِ الأبواغِ.



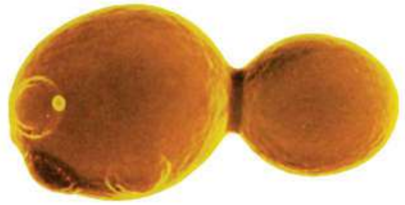
الشكل ٦ الغوشناتُ ما هي إلاّ جزءٌ من فُطرٍ أكبرَ، هو الجزءُ التكاثريُّ الجنسيُّ من فطرٍ يعيشُ تحتَ التُّربةِ.

الفطريّاتُ الكِيسِيَّةُ

تتضمَّنُ الفُطريّاتُ الكِيسِيَّةُ الخمائرَ والكمأةَ والغوشناتِ. انظرِ **الشكلَ ٦** لترى بعضَ الغوشناتِ.

الفطريّاتُ الكِيسِيَّةُ تتكاثرُ لاجنسيًّا وجنسيًّا. أثناءَ التكاثرِ الجنسيِّ، يشكِّلُ الفُطرُ أكياسًا تتطوَّرُ في داخلِها الأبواغُ المنتجةُ جنسيًّا.

معظمُ الفُطريّاتِ الكِيسِيَّةِ عديدةُ الخلايا، ما عدا **الخمائرَ**، فهي أحاديَّةُ الخليَّةِ. حينَ تتكاثرُ الخمائرُ بشكلٍ لاجنسيٍّ، يكونُ ذلكَ بطريقةٍ تسمّى **التبرعمَ**. في عمليَّةِ التبرعمِ، تنشأُ خليَّةٌ جديدةٌ من خليَّةٍ سابقةٍ. تظهرُ في **الشكلِ ٧** خميرةٌ في طَوْرِ التبرعمِ.



الشكل ٧ تتكاثرُ الخميرةُ بالتبرعمِ.

بعضُ الفُطريّاتِ الكيسيَّةِ مفيدةٌ جدًّا للإنسان، ومنها الخمائرُ المُستخدمةُ في صُنْعِ الخبزِ. وتشكِّلُ فُطريّاتٌ كيسيَّةٌ أخرى مصادرَ للمضادّاتِ الحيويَّةِ والفيتامينات. ولبعضِ الفُطريّاتِ الكيسيَّةِ، كالكمأةِ والغوشنات، قيمةٌ عاليةٌ كغذاءٍ للإنسان.

كثيرٌ من الفطريّاتِ الكيسيَّةِ فطريّاتٌ طفيليَّةٌ، تسبِّبُ أمراضًا كمرضِ أشجارِ الكستناءِ، ومرضِ أشجارِ الدَّردارِ الهولنديِّ، الظاهرِ في **الشكل ٨**.



الشكل ٨ مرضُ الدَّردارِ الهولنديِّ مرضٌ فُطريٌّ قتلَ الملايينَ من أشجارِ الدَّردار.

تحقّقْ
أيُّ جزءٍ من الفُطرِ الدعاميِّ ينمو فوقَ الأرض؟

الفُطريّات الدعاميَّة

عَيْشُ الغُرابِ الشبيهُ بالمظلّةِ أشهرُ أصنافِ الفُطريّات. ينتمي عيشُ الغرابِ إلى مجموعةٍ من الفُطريّاتِ تسمّى **الفُطريّاتِ الدعاميّةَ**. تتكاثرُ الفطريّاتُ الدُّعاميَّةُ جنسيًّا. وأثناءَ التكاثرِ، تنمو خيوطٌ فطريَّةٌ خاصّةٌ فتشكِّلُ تراكيبَ تسمّى **الدُّعامات**. وتتطوَّرُ أبواغٌ جنسيَّةٌ على هذه الدُّعامات. عندَما يخطرُ ببالِكَ عيشُ غرابٍ، قد تتصوَّرُ فقط الجزءَ فوقَ الأرضيِّ المُنتجَ للأبواغ. علمًا أنّ معظمَ هذا الكائنِ يعيشُ تحتَ الأرض. ينمو عَيْشُ الغرابِ عادةً في دوائرَ، كما يظهرُ في **الشكل ٩**.

إنّ عيشَ الغرابِ الأكثرَ شُهْرةً هو المعروفُ **بالفُطرِ الخَيْشُومِيِّ**. تنمو دُعاماتُ هذا الفُطرِ بتراكيبَ تسمّى **الخياشيمَ**، تحتَ قَلَنْسُوَةِ عيشِ الغراب. بعضُ أصنافِ عَيْشِ الغرابِ تُربَى للتِّجارة، وتباعُ في الأسواقِ العامَّة. لكن ليسَ كلُّ فطرٍ خيشوميٍّ يصلحُ للأكل. ففُطرُ **مَلاكِ الموتِ الأبيضِ**، مثلاً، فطرٌ سامٌّ جدًّا. لنرى إذا كان بامكانك أن تميز الفطر السامّ في **الشكل ١٠**.

الفُطريّاتُ الناقصة

تتضمَّنُ مجموعةُ **الفُطريّاتِ الناقصةِ** كلَّ أنواعِ الفُطرِ التي لا تتناسبُ تمامًا مع المجموعاتِ الأخرى. هذه الفُطريّاتُ لا تتكاثرُ جنسيًّا. وأكثرُها طفيليّاتٌ تسبِّبُ أمراضًا للنباتاتِ والحيوانات. أحدُ الأمراضِ البشريَّةِ الشائعةِ التي يسبِّبُها فُطْرٌ ناقصٌ هو مرضُ **قدمِ الرياضيِّ**، وهو مرضٌ جلديٌّ.

وبالمقابل، تكونُ بعضُ الفطريّاتِ الناقصةِ مفيدةً للإنسان. فُطرُ البنسيليوم الظاهرُ في **الشكل ١٠**، هو مصدرُ المضادِّ الحيويِّ المسمّى بنسيلين.



الشكل ٩ حلقةٌ من فُطْرِ عَيْشِ الغرابِ يمكنُ أن تظهرَ بعدَ ليلةٍ واحدة.



الشكل ١٠ ينتجُ فطرُ البنسيليومِ مادّةً تقتُلُ بعضَ البكتيريا.

مختبرٌ سريعٌ

لاحِظْ عيشَ غرابٍ

١. حدِّدِ الساقَ والقَلَنْسُوَةَ والخياشيمَ على **فُطرِ عَيْشِ الغرابِ** الذي زوَّدَكَ به معلِّمُك.

٢. اقطَعِ القلنسوةَ بعنايةٍ، واقطعْها بواسطةِ **سكّينٍ بلاستيكيٍّ**.

استخدِمْ **عدسةً مكبِّرةً** لملاحظةِ الخياشيم.

٣. ابحثْ عنِ الأبواغِ باستخدامِ عدسةٍ مكبِّرةٍ، لملاحظةِ الأجزاءِ الأخرى من الفُطرِ. يبدأُ الغزْلُ الفُطريُّ من أسفلِ الساقِ. حاولْ أن تجدَ الخيوطَ الفطريَّةَ.

٤. ارسُمْ عيشَ الغرابِ، وسَمِّ أجزاءَهُ.

الأُشنة: كتلةٌ من الخلايا الفُطْريَّةِ والطُّحلبيَّةِ التي تنمو في علاقةٍ تكافليَّةٍ، وتعيشُ عادةً على الصخورِ أو الأشجار.

الأُشْنات

الأُشنةُ Lichen تتكوَّنُ من اتِّحادِ فُطْرٍ وطحلبٍ يَنْمُوَان معًا. يعيشُ الطحلبُ في الحقيقةِ داخلَ خلايا الفطرِ. والكائنُ الحيُّ الناتجُ يختلفُ عن كلٍّ من الكائنَيْنِ الحيَّيْنِ لو نما مستقلاًّ. فالأشنةُ إذَنْ نتيجةٌ لعلاقةِ تبادلِ المنفعةِ. إلا أن اندماجَ الفُطرِ والطحلبِ لتشكيلِ أُشْنةٍ يكونُ كاملاً إلى درجةِ جعلَتِ العلماءَ يُعطُون الأشْناتِ أسماءَها العلميَّةَ الخاصَّةَ بها باعتبارِها أنواعًا قائمةً بذاتِها. يعرِضُ **الشكلُ ١١** نماذجَ من الأُشْناتِ.

تختلفُ الأُشْناتُ عن الطحالبِ بصفتِها منتِجةً. تُنتِجُ الطحالبُ في الأُشْناتِ الغذاءَ بواسطةِ البناءِ الضوئيِّ. وعلى خلافِ الطحالبِ، تستطيعُ الأُشناتُ أن تنجوَ من الجفافِ. إذْ تحفظُ الجُدرُ الوقائيَّةُ للفُطرِ الماءَ داخلَ الأُشْناتِ.

وبما أنّ الأُشْناتِ تحتاجُ فقط إلى ضوءٍ وهواءٍ ومعادنَ لتنمُوَ، فقد أمْكنَها أن تَنْمُوَ على الصخورِ. وتُنتِجُ الأُشْناتُ الأحماضَ التي تفتِّتُ الصخورَ وتسبِّبُ الشقوقَ. وعندَما تملأُ قطعُ الصخورِ والأُشْناتُ المَيْتةُ الشقوقَ، تتكوَّنُ التربةُ. فتنمو عند ذلك الكائناتُ الحيَّةُ الأخرى في هذه التربةِ.

تحقَّقْ
كيف تؤثِّرُ الأُشْناتُ في الصخورِ؟



الشكل ١١ بعضٌ من أنواعِ الأُشْناتِ الكثيرةِ.

مُراجعةُ القِسْمِ

ملخَّص

- تكونُ الفُطريّاتُ مستهلكةً أو محلّلةً، أو على علاقةِ تبادلٍ منفعةٍ مع كائناتٍ حيَّةٍ أخرى.
- أكثرُ الفُطريّاتِ مكوَّنةٌ من سلاسلَ من الخلايا تسمّى الخيوطَ الفُطْريَّةَ، ويتّصلُ بعضُها ببعضٍ لتشكيلِ غزْلٍ فُطْريٍّ.
- المجموعاتُ الرئيسةُ الأربعُ من الفُطريّاتِ هي: الفُطْريّاتُ الاقترانيَّةُ، والفُطريّاتُ الكِيْسِيَّةُ، والفُطْريّاتُ الدُّعاميَّةُ، والفُطْريّاتُ الناقصةُ.
- الفُطْريّاتُ الاقترانيَّةُ هي في الأصلِ فطريّاتٌ محلّلةٌ، وهي تُنتِجُ حوافظَ بَوْغيَّةً تحتوي على أبواغٍ.
- أثناءَ التكاثرِ الجنسيِّ، تشكّلُ الفُطْريّاتُ الكيسيَّةُ أكياسًا صغيرةً تتطوَّرُ فيها الأبواغُ الجنسيَّةُ.
- أثناءَ التكاثرِ الجنسيِّ تشكّلُ الفُطْريّاتُ الدعاميَّةُ تراكيبَ تسمّى **الدعامات**.
- الفطريّاتُ الناقصةُ تتضمَّنُ كلَّ الأنواعِ التي لا تتناسبُ تمامًا مع المجموعاتِ الأخرى. وكثيرٌ منها طفيليٌّ، وهي تتكاثرُ فقط بواسطةِ التكاثرِ اللاجنسيِّ.
- الأشنةُ تكونُ باتّحادِ فُطرٍ معيَّنٍ مع طحلبٍ معيَّنٍ. والأشنةُ تختلفُ عن كلٍّ من هذَينِ الكائنَيْنِ مستقلاً.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتُبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلٍّ من هاتينِ المفردتَيْنِ:
بوْغٍ، عَفَنٍ.

يختلفُ معنى المفردةِ في الزوجِ عن معناها مستقلَّةً، وضِّحْ ذلك في ما يلي:

٢. الفُطرُ والأُشْنَةُ.

٣. الخَيْطُ الفُطْريُّ والغَزْلُ الفُطْريُّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٤. أيٌّ من الجملِ التاليةِ تنطبقُ على الفُطْريّاتِ؟
أ. كلُّ الفُطريّاتِ حقيقيَّةُ النواةِ.
ب. كلُّ الفُطريّاتِ محلِّلةٌ.
ج. كلُّ الفُطريّاتِ تتكاثرُ جنسيًّا.
د. كلُّ الفطريّاتِ مُنتِجةٌ.

٥. ما المجموعاتُ الأربعُ الرئيسةُ للفُطريّاتِ؟ اذكُرْ ميزةً خاصَّةً بكلِّ مجموعةٍ.

٦. كيف تستطيعُ الفُطْريّاتُ أن تتحمَّلَ فَترَاتِ البرودةِ أو الجفافِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تحليلُ العمليّاتِ**: كثيرٌ من الفُطريّاتِ محلِّلةٌ. تخيَّلْ ما يمكنُ أنْ يَحدُثَ للعالَمِ الطبيعيِّ إذا لم توجدِ الفطريّاتُ المحلِّلةُ. اكتُبْ وصفًا لتأثيرِ غيابِ الفُطريّاتِ المحلِّلةِ في عمليّاتِ الطبيعةِ.

٨. **تحديدُ العلاقاتِ**: وضِّحْ كيف يكوِّنُ كائنانِ حيّانِ أُشْنَةً.

تفسيرُ الرسومِ التخطيطيَّةِ

استخدمِ الصورةَ الواردةَ أدناهُ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليها:



٩. إلى أيِّ مجموعةٍ فُطْريَّةٍ ينتمي هذا الكائنُ الحيُّ؟ كيف يمكنُكَ التأكُّدُ من ذلك؟

١٠. أيُّ جُزْءٍ من الكائنِ الحيِّ يظهرُ في هذه الصورةِ؟ ما الجُزْءُ الذي لا يظهرُ؟ وضِّحْ ذلك.

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. اكتُبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلِّ من المفرداتِ التاليةِ: **الغزْلِ الفُطريِّ، الأُشْنةِ، غيرِ ذاتيَّةِ التغذيةِ**.

٢. استخدِمِ المفرداتِ التاليةَ في جُمْلةٍ واحدةٍ: **الطلائعيّاتِ، الطحالبَ، العوالقَ النباتيَّةَ**.

٣. استخدمِ المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ في جُمْلةٍ واحدةٍ: **البوْغَ، العفَنَ**.

يختلف معنى المفردةِ في الزوجِ عن معناها مستقلَّة. وضِّحْ ذلك في ما يلي:

٤. **الفُطرُ والخيطُ الفُطريُ**.

٥. **الطفيلُ والعائلُ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٦. الطلائعيّاتُ المنتجةُ تشملُ:
أ. الطحالبَ اليوجلينيَّةَ والهُدْبيّاتِ.
ب. الأُشْناتِ والهُدْبيّاتِ.
ج. الطلائعيّاتِ المكوِّنةَ للأبواغِ والطحالبَ اليوجلينيَّةَ.
د. الطحالبَ والدياتوماتِ.

٧. الطلائعيّاتُ يمكنُ أنْ:
أ. تكونَ طفيليَّةً أو محلِّلةً.
ب. تكونَ مصنوعةً من سلاسلَ من خلايا تُسمّى **الخيوطَ الفُطريَّةَ**.
ج. تُقْسَمَ إلى أربعِ مجموعاتٍ رئيسةٍ.
د. تكونَ طفيليَّةً فقط.

٨. للطحالبِ اليوجلينيَّةِ
أ. نواةٌ صغيرةٌ.
ب. أقدامٌ كاذبةٌ.
ج. سَوْطان.
د. أهدابٌ.

٩. أيٌّ من الجملِ التاليةِ تنطبقُ على الفُطْرِيّاتِ؟
أ. الفُطْريّاتُ منتجاتٌ.
ب. لا يستطيعُ الفُطرُ أكلَ الغذاءِ أو ابتلاعَه.
ج. يوجدُ الفُطْرُ في التربةِ فقط.
د. الفُطريّاتُ هي في الأصلِ أحاديَّةُ الخليَّةِ.

١٠. الأُشْنَةُ مكوَّنةٌ من:
أ. فُطْرٍ وطلائعيٍّ شِبْهِ فُطْريٍّ يعيشانِ معًا.
ب. طُحْلُبٍ وفُطرٍ يعيشانِ معًا.
ج. نوعَيْنِ من الفُطْريّاتِ يعيشانِ معًا.
د. طحلبٍ وطلائعيٍّ شِبْهِ فُطريٍّ يعيشانِ معًا.

١١. الطلائعيّاتُ غيرُ ذاتيَّةِ التغذيةِ التي يمكنُ أن تتحرَّكَ:
أ. معروفةٌ أيضًا **بالأوّليّاتِ**.
ب. تشملُ الأميبا والبراميسيومَ.
ج. قد تعيشُ حرَّةً أو طفيليَّةً.
د. كلُّ ما وردَ أعلاه.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٢. كيف تساعدُ الفُطريّاتُ الإنسانَ؟

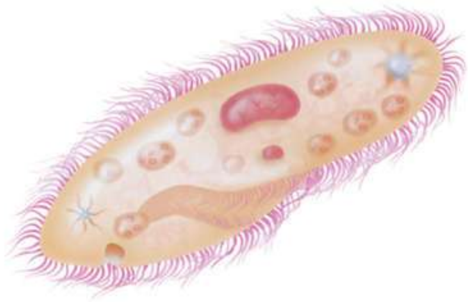
١٣. ما وظيفةُ الأهدابِ في البراميسيوم؟

١٤. فيمَ تختلفُ الفُطرِيّاتُ عن الطلائعيّاتِ التي تحصُلُ على الغذاءِ كمحلِّلةٍ؟

١٥. فيمَ يتشابَهُ الفُطْرُ الغرَويُّ والأميبا؟

١٦. ما الفُجْوَةُ المنقبضةُ؟

١٧. قارنْ بين **البراميسيوم واليوجلينا والبلازموديوم فيفاكس**، من حيثُ طرقُ تكاثرِها.



١٨. قارنْ بين العوالقِ النباتيَّةِ والأميبا، من حيثُ حصولِها على الغذاءِ.

١٩. وضِّحِ اختلافَ الطلائعيّاتِ عن الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى.

٢٠. هاتِ مثالاً على أمكنةِ تواجُدِ كلٍّ من الفُطريّاتِ التاليةِ: الفُطرياتِ الاقترانيَّةِ، الفُطريّاتِ الكيسيَّةِ، الفطريّاتِ الدُّعاميَّةِ، الفُطريّاتِ الناقصةِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

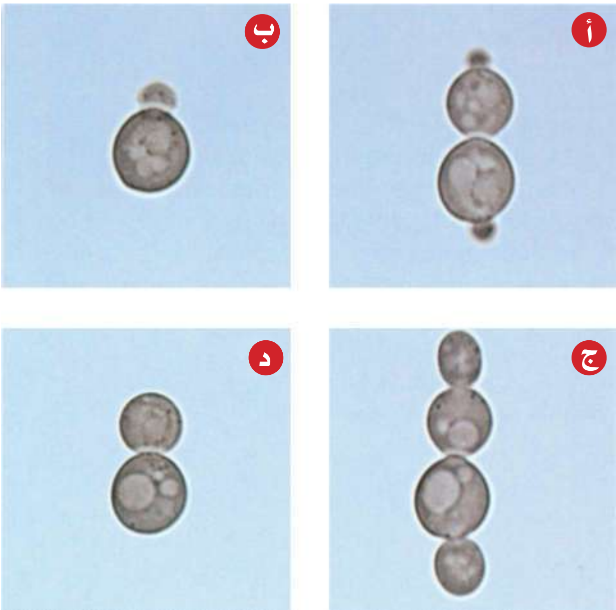
٢١. **خريطةُ المفاهيم:** استخدمِ المفرداتِ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: الخميرةَ، الفطرَ الدعاميَّ، كيسَ الأبواغِ، عيشَ الغرابِ، الفطرَ الاقترانيَّ، عفنَ الخبزِ.

٢٢. **تطبيقُ المفاهيم:** لماذا، في رأيِك، يصبحُ الخبزُ متعفِّنًا بسرعةٍ أقلَّ إذا وُضِعَ في برّادٍ، مما لو بقيَ عندَ درجةِ حرارةِ الغرفةِ؟

٢٣. **توقُّعُ النتائج:** افترضْ أنَّ غابةً يعيشُ فيها كثيرٌ من الفطريّاتِ الاقترانيَّةِ، تمرُّ بصيفٍ وخريفٍ جافَّيْنِ جدًّا، وبعدَهما بشتاءٍ باردٍ جدًّا. كيف يكونُ تأثيرُ هذا الطقسِ القاسي في أنماطِ التكاثرِ لهذهِ الفُطْريّاتِ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدمْ صورَ الفُطْرِ الواردةَ أدناهُ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليها:



٢٤. أيُّ نوعٍ من الفُطْرِ يظهرُ هنا؟

٢٥. ما العمليَّةُ الخلويَّةُ التي تظهرُ في هذه الصورِ؟

٢٦. أيُّ صورةٍ التُقطَتْ أوّلاً؟ أيُّها التُقطَتْ آخِرًا؟ رتِّبِ الصورَ بالتتابعِ.

٢٧. أيُّ خليةٍ هي الأمُّ الأصليَّةُ؟ كيف تعْرِفُ؟



الفصل

٣ عمليَّاتُ النباتِ

الفكرةُ الرئيسةُ

مثلَ كلِّ الكائناتِ الحيَّةِ، تحتاجُ النباتاتُ إلى الغذاءِ وتتكاثرُ وتستجيبُ للمؤثِّراتِ.

القسم

حوْلَ الصورةِ

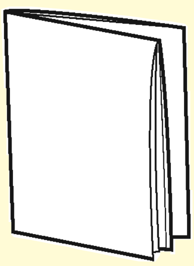
إنَّ النباتَ في هذهِ الصورةِ هو «صائدُ الحشراتِ». الوساداتُ الشائكةُ الخضراءُ والحمراءُ هي أوراقُه، يعتمدُ «صائدُ الحشراتِ» مثلَ النباتاتِ الأخرى، على البناءِ الضوئيِّ للحصولِ على الطاقةِ. ما الشيءُ غيرُ العاديِّ عند «صائدُ الحشراتِ»؟ بخلافِ أكثرِ النباتاتِ، يحصُل «صائدُ الحشراتِ» على الموادِّ الغذائيّةِ المهمّةِ، كالنيتروجين، بأسرِ الحشراتِ أو الحيواناتِ الصغيرةِ الأخرى وَهضمِها.



نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

كُتيِّب: قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قُمْ بإعدادِ الكتيِّبِ. عيِّنْ لكلِّ صفحةٍ من الكُتيِّبِ فكرةً رئيسةً من الفَصْلِ. واكتبْ أثناءَ القراءةِ، في الصفحةِ المناسبةِ ما تتعلَّمُهُ عن كلِّ فكرةٍ رئيسةٍ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

أيُّ طَرَفٍ هو العُلْويُّ؟

إذا زرعْتَ البذورَ بوضعِ «قِمَمِها» في اتجاهاتٍ مختلفةٍ، فهل تنمو السيقانُ كلُّها إلى الأعلى؟ قمْ بهذا النشاطِ لتكتشفَ ذلك.

الخطوات

١. احشرْ كَمَّيةً من **المناديلِ الورقيّةِ المرطَّبةِ** قليلاً في **كأسٍ بلاستيكيَّةٍ شفّافةٍ** متوسِّطةِ الحجمِ.

٢. ضَعْ **خمسَ أو ستَّ بذورِ ذُرَةٍ** على مسافاتٍ متساويةٍ حولَ داخلِ الكأسِ، بين جانبِ الكأسِ والمناديلِ الورقيَّةِ. وجِّهْ رأسَ كلِّ بذرةٍ في اتِّجاهٍ يختلفُ عن سواه.

٣. استخدمْ **قلمَ تخطيطٍ** وارسُمْ أسهمًا على خارجِ الكأسِ لتدُلَّ على اتِّجاهِ رأسِ كلِّ بذرةٍ.

٤. ضَعِ الكأسَ في موقعٍ بهِ إضاءةٌ كافيةٌ أسبوعًا واحدًا. حافِظْ على رطوبةِ البذورِ بإضافةِ **الماءِ** الى المناديلِ الورقيَّةِ بحسبِ الحاجةِ.

٥. لاحظِ البذورَ بعدَ أسبوعٍ. سجِّلِ الاتِّجاهَ الذي نَمَتْ فيه كلُّ ساقٍ.

التحليل

١. في أيِّ اتّجاهٍ نمَتْ كلُّ ساقٍ؟

٢. كيفَ تُفسِّرُ الطريقةَ التي نَمَتْ بها النباتاتُ؟

القسم
١

البناءُ الضوئيُّ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ البناءَ الضوئيّ.
- يقارنُ بين البناءِ الضوئيِّ والتنفُّسِ الخلويّ.
- يصفُ كيفَ يتمُّ تبادلُ الغازاتِ في أوراقِ النباتاتِ.
- يذكرُ أهميَّةَ البناءِ الضوئيّ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

البناءُ الضوئيُّ
الكلوروفيل
التنفُّسُ الخلويُّ
الثَّغر
النَّتح

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة: اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. اكتبْ ما لديكَ من أسئلةٍ حولَه. ناقشْ أسئلتَكَ ضمنَ مجموعةٍ صغيرةٍ.

ليس للنباتاتِ رئاتٌ. لكنَّ النباتاتِ تحتاجُ مثلَكَ إلى الهواءِ. يحتوي الهواءُ على الأكسجينِ وثاني أكسيدِ الكربونِ وغازاتٍ أخرى. ويحتاجُ جسمُكَ إلى الأكسجينِ، كما تحتاجُ النباتاتُ إليه. لكن ما الغازُ الآخرُ المهمُّ للنباتاتِ؟

إذا ذكرْتَ أنَّهُ ثاني أكسيدِ الكربونِ، فجوابُكَ صحيحٌ. تستخدِمُ النباتاتُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ للبناءِ الضوئيِّ. **البناءُ الضوئيُّ** **Photosynthesis** هو العمليَّةُ التي تصنعُ بها النباتاتُ غذاءَها الخاصَّ. تلتقطُ النباتاتُ طاقةَ ضوءِ الشمسِ أثناءَ البناءِ الضوئيِّ. هذه الطاقةُ تُستخدَمُ لصنعِ سُكَّرِ الجلوكوزِ ($C_6H_{12}O_6$) من ثاني أكسيدِ الكربونِ (CO_2) والماءِ (H_2O).

التقاطُ طاقةِ الضوءِ

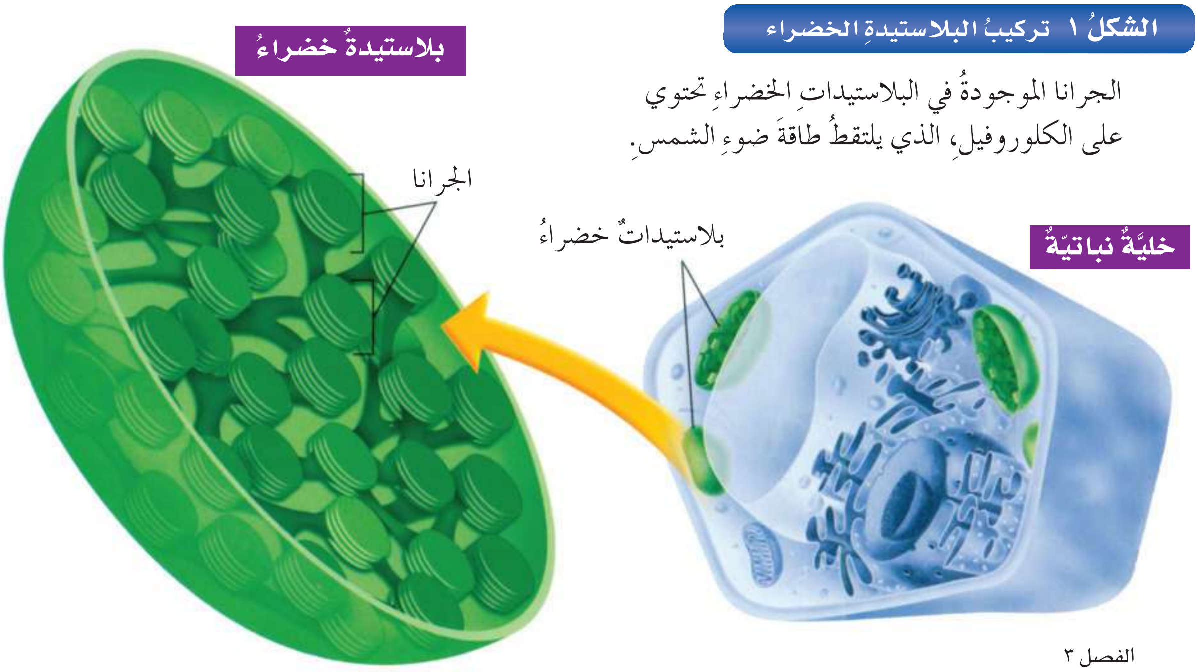
لدى الخلايا النباتيَّةِ عُضَيّاتٌ تُسمَّى **البلاستيداتِ الخضراءَ**، كما في **الشكل ١**. البلاستيداتُ الخضراءُ محاطةٌ بغشاءَيْن. داخلَ البلاستيدةِ الخضراءِ يشكِّلُ غشاءٌ آخرُ أكداسًا تُسمّى **الجرانا**، تحتوي على صِبغةٍ خضراءَ تُسمّى **الكلوروفيل** **Chlorophyll**، وهو الذي يمتصُّ طاقةَ الضوءِ.

ضوءُ الشمسِ مكوَّنٌ من عِدَّةِ أطوالٍ موجيَّةٍ مختلفةٍ للضوءِ. يمتصُّ الكلوروفيلُ كثيرًا من الأطوالِ الموجيَّةِ هذه. لكنَّهُ يعكِسُ أطوالاً موجيَّةً من الضوءِ الأخضرِ أكثرَ من الأطوالِ الموجيَّةِ للألوانِ الأخرى من الضوءِ. لذلك تبدو أكثرُ النباتاتِ خضراءَ.

تحقَّقْ
لِمَ معظمُ النباتاتِ خضراءُ؟

الشكلُ ١ تركيبُ البلاستيدةِ الخضراءِ

الجرانا الموجودةُ في البلاستيداتِ الخضراءِ تحتوي على الكلوروفيلِ، الذي يلتقطُ طاقةَ ضوءِ الشمسِ.



صُنْعُ السُّكَّرِ

تُستخدَمُ طاقةُ الضوءِ التي يلتقطُها الكلوروفيلُ للمساهمةِ في تكوينِ جُزَيئاتِ الجلوكوزِ. وينتجُ غازُ الأكسجين O_2 من خلايا النباتِ. البناءُ الضوئيُّ عمليَّةٌ معقَّدةٌ تتكوَّنُ من خُطواتٍ كثيرةٍ. تلخِّصُها المعادلةُ الكيميائيَّةُ التالية:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{طاقة ضوئية}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

يُبيِّنُ **الشكلُ ٢** من أينَ تحصلُ النباتاتُ على الموادِّ اللازمةِ للبناءِ الضوئيِّ.

الحصولُ على الطاقةِ من السكَّرِ

تَخزنُ جزيئاتُ الجلوكوزِ الطاقةَ. وتَستخدِمُ خلايا النباتِ هذه الطاقةَ في عمليّاتِها الحيويَّةِ. فللحصولِ على الطاقةِ، تفكِّكُ خلايا النباتِ الجلوكوزَ وجزيئاتِ الغذاءِ الأخرى في عمليَّةٍ تُسمّى **التنفُّسَ الخلويَّ** Cellular respiration. أثناءَ التنفُّسِ الخلويِّ تَستخدِمُ خلايا النباتِ الأكسجينَ، وتُطلِقُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ والماءَ. الجلوكوزُ الفائضُ يحوَّلُ إلى السكَّروزِ أو يُخزَنُ كنَشا.

رابط دراساتٍ اجتماعيَّةٍ

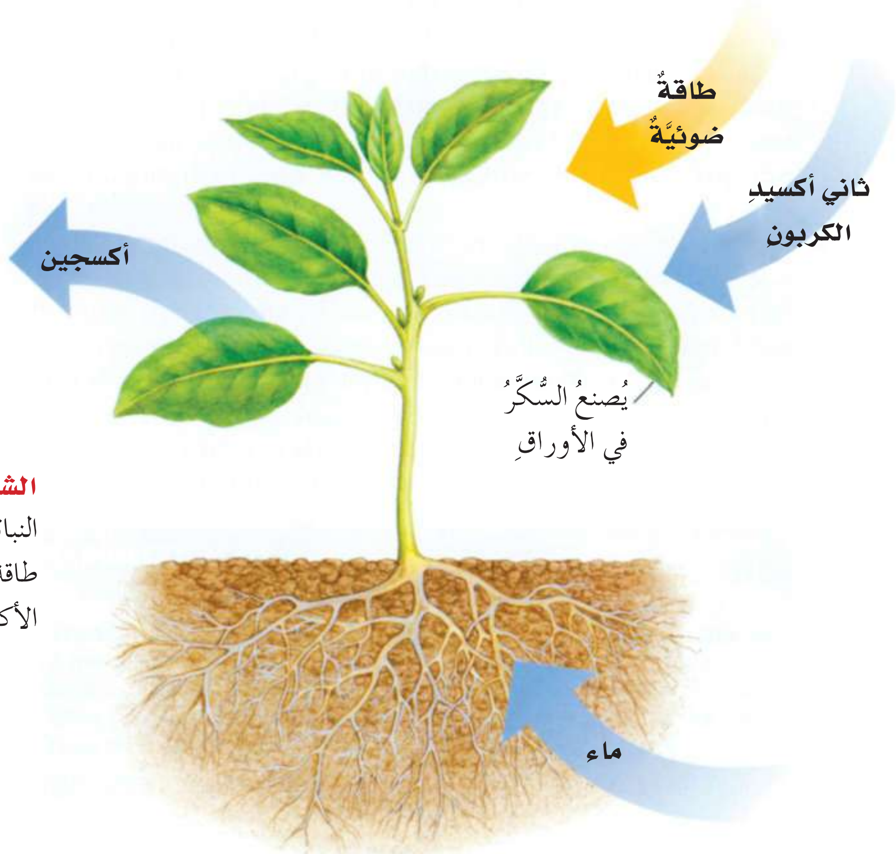
السكَّر

بعضُ النباتاتِ تَصنعُ وتخزنُ كمِّيّاتٍ كبيرةً من السكروزِ، أيِّ سكَّرِ المائدةِ، أثناءَ البناءِ الضوئيِّ. يحصِدُ الناسُ هذه النباتاتِ لاستخلاصِ السكَّروزِ. سَمِّ نباتًا يُنتِجُ كمِّيّاتٍ كبيرةً من السكروزِ. ثمَّ حدِّدْ كيف يَستخدِمُ الناسُ هذا النباتَ، وأيُّ بلدانٍ هي المنتجةُ الرئيسةُ له. اكتُبْ مقالةً حول نتائجِك.

البناءُ الضوئيُّ: العمليَّةُ التي تستخدمُ فيها النباتاتُ والطحالبُ وبعضُ البكتيريا ضوءَ الشمسِ وثانيَ أكسيدِ الكربونِ والماءَ لصنعِ الغذاءِ.

الكلوروفيل: صِبْغةٌ خضراءُ تمتصُّ طاقةَ الضوءِ اللازمةَ للبناءِ الضوئيِّ.

التنفُّسُ الخلويُّ: العمليَّةُ التي تستخدمُ فيها الخلايا الأكسجينَ لإنتاجِ الطاقةِ من الغذاءِ.

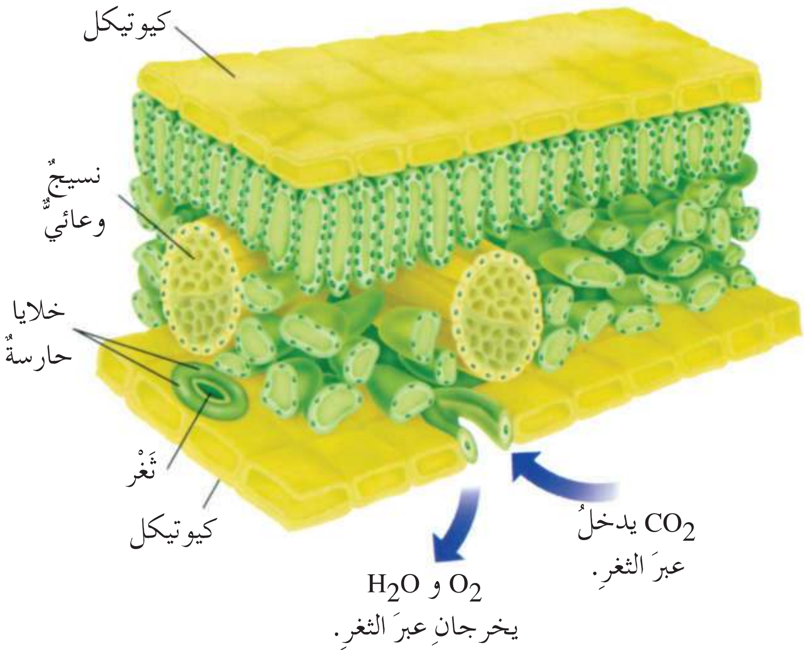


الشكل ٢ في أثناءِ البناءِ الضوئيِّ تأخُذُ النباتاتُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ والماءَ وتمتصُّ طاقةَ الضوءِ، ثم تَصْنعُ السكَّرَ وتُطلِقُ الأكسجينَ.

الشكل ٣ التبادلُ الغازيُّ في الأوراقِ

عندَما يتوَّفرُ الضوءُ للبناءِ الضوئيِّ، تكونُ الثغورُ عادةً مفتوحةً. في الليلِ تُغْلَقُ الثغورُ لتحفظَ الماءَ.





الثغر: فتحةٌ من الفُتحاتِ الكثيرةِ الموجودةِ في ورقةِ نباتٍ أو ساقِه تُتيحُ حصولَ التبادلِ الغازيِّ.

النتحُ: العمليَّةُ التي تُطلِقُ فيها النباتاتُ بخارَ ماءٍ في الهواءِ عبرَ الثغورِ.

رابطُ كيمياء

النَّتح

لُفَّ كيسَ بلاستيكٍ حولَ فرعِ شجرةٍ أو جُزْءٍ من نباتِ زينةٍ. أحكِمْ غَلْقَ الكيسِ بقطعةٍ من شريطٍ أو رباطٍ مطاطيٍّ، لكنِ احرصْ على ألاّ تجرحَ النباتَ. سجِّلْ ما يحدُثُ خلالَ الأيّامِ القليلةِ القادمةِ. ما الذي تجمَّعَ على السطحِ الداخليِّ للكيسِ؟

تبادلُ الغازاتِ

كثيرٌ من السطوحِ النباتيَّةِ فوقَ الأرضيَّةِ يغطِّيها كيوتيكل. يحمي الكيوتيكلُ النباتَ من فقْدانِ الماءِ. فكيفَ يحصلُ النباتُ على ثاني أكسيدِ الكربونِ عبرَ هذا الحاجزِ؟ يدخلُ ثاني أكسيدِ الكربونِ أوراقَ النباتِ عبرَ الثغورِ. **الثَّغْرُ** Stoma فتحةٌ في البشرةِ الخارجيَّةِ للورقةِ وفي طبقةِ الكيوتيكل. كلُّ ثغرٍ محاطٌ بخليتَّيْنِ حارستَيْنِ. تعملُ الخلايا الحارسةُ مثلَ بواباتٍ مزدوجةٍ تَفتَحُ الثغرَ وتغلقُهُ. يمكنُكَ أن ترى الثغورَ في **الشكل ٣** .

عندَما تنفتحُ الثغورُ يدخلُ الهواءُ المحتوي على ثاني أكسيدِ الكربونِ إلى الورقةِ. والأكسجينُ المنتجُ أثناءَ البناءِ الضوئيِّ يغادرُ الورقةَ عبرَ الثغورِ. ويغادرُ بخارُ الماءِ الورقةَ أيضًا بهذهِ الطريقةِ. إنّ فُقْدانَ الأوراقِ للماءِ يسمّى **النتحَ** Transpiration. وأغلبُ الماءِ الذي تمتصُّهُ جذورُ النباتِ يحِلُّ محلَّ الماءِ المفقودِ أثناءَ النتحِ. أحيانًا، تَفقِدُ أوراقُ النباتِ من الماءِ أكثرَ مما امتصَّتْهُ الجذورُ. عندَما يحدثُ ذلك يذبلُ النباتُ.

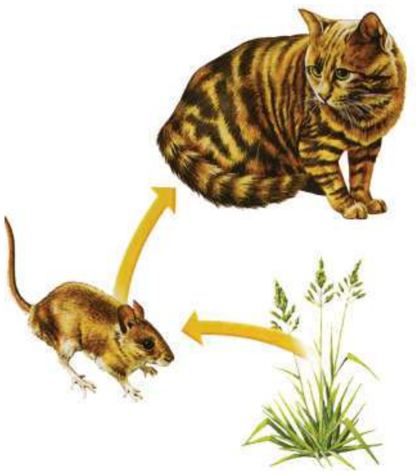
أهمِّيّةُ البِناءِ الضوئيِّ

النباتاتُ والكائناتُ الحيَّةُ الأخرى التي تقومُ بالبناءِ الضوئيِّ، كبعضِ البكتيريا وكثيرٍ من الطلائعيّاتِ، تشكِّلُ قاعدةً لجميعِ السلاسلِ الغذائيَّةِ على الأرض، تقريبًا. يُظهرُ **الشكلُ ٤** مثالاً على السلاسل الغذائيَّة. أثناءَ البناءِ الضوئيِّ، تخزنُ النباتاتُ طاقةَ الضوءِ كطاقةٍ كيميائيَّةٍ. وتَستخدِمُ بعضُ الحيواناتِ هذه الطاقةَ الكيميائيَّةَ عندما تأكلُ النباتاتِ. أمّا الحيواناتُ الأخرى فتحصلُ على الطاقةِ من النباتاتِ بشكلٍ غيرِ مباشرٍ. هذه الحيواناتُ تأكلُ الحيواناتِ التي تأكلُ النباتاتِ. وأكثرُ الكائناتِ الحيَّةِ لا تستطيعُ العيشَ بدون الكائناتِ التي تؤدِّي البناءَ الضوئيَّ.

النباتاتُ والحيواناتُ وأكثرُ الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى تعتمدُ على التنفُّسِ الخلويِّ للحصولِ على الطاقةِ. والتنفُّسُ الخلويُّ يتطلَّبُ الأكسجينَ. فالأكسجينُ ناتجٌ عَرَضِيٌّ للبناءِ الضوئيِّ. إذنْ، يوفِّرُ البناءُ الضوئيُّ الأكسجينَ الذي تحتاجُ إليهِ الحيواناتُ والنباتاتُ في تنفُّسِها الخلويِّ.

تحقَّقْ

ما أهمِّيَّةُ البناءِ الضوئيِّ؟



الشكل ٤ تعتمدُ الفئرانُ على النباتاتِ للغذاءِ. وتحصلُ القططُ بدورِها على الطاقةِ من الفئرانِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- أثناءَ البناءِ الضوئيِّ، تَستخدِمُ النباتاتُ طاقةَ ضوءِ الشمسِ وثانيَ أكسيدِ الكربونِ، والماءَ لصُنعِ الغذاءِ.
- تحصُلُ النباتاتُ على الطاقةِ من الغذاءِ بوساطةِ التنفُّسِ الخلويِّ، الذي يتطلَّبُ الأكسجينَ ويطلقُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ والماءَ.
- يحدُثُ النَّتحُ، أو فُقدانُ الماءِ عبرَ الأوراقِ، عندَما تنفتحُ الثغورُ.
- يوفِّرُ البناءُ الضوئيُّ الأكسجينَ. أكثرُ الحيواناتِ تعتمدُ في غذائِها على الكائناتِ التي تقومُ بعمليَّةِ البناءِ الضوئيِّ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتُبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلٍّ من المفرداتِ التاليةِ: **البناءِ الضوئيِّ، الكلوروفيل، التنفُّسِ الخلويِّ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أثناءَ البناءِ الضوئيِّ، تقومُ النباتاتُ

أ. بامتصاصِ الطاقةِ من ضوءِ الشمسِ.

ب. باستخدامِ ثاني أكسيدِ الكربونِ والماءِ.

ج. بإنتاجِ الغذاءِ والأكسجينِ.

د. كلُّ ما وردَ أعلاه.

٣. ما علاقةُ التنفُّسِ الخلويِّ بالبناءِ الضوئيِّ؟

٤. صِفِ التبادلَ الغازيَّ في النباتاتِ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٥. تَستخدِمُ النباتاتُ ٦ جزيئاتٍ من ثاني أكسيدِ الكربونِ مع الماءِ لصُنْعِ جزيءٍ واحدٍ من الجلوكوزِ. ما عددُ جزيئاتِ الماءِ وثاني أكسيدِ الكربونِ المطلوبةِ لصنعِ ١٢ جُزيئًا من الجلوكوزِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **توقُّعُ النتائجِ**: توقَّعْ ما يحدُثُ إذا اختفتِ النباتاتُ والكائناتُ الحيَّةُ الأخرى التي تقومُ بعمليَّةِ البناءِ الضوئيِّ.

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: تسمحُ المرشِّحاتُ الضوئيَّةُ بمرورِ بعضِ ألوانِ الضوءِ. ماذا تتوقَّعُ أن يحدثَ إذا زرعْتَ نباتًا تحتَ مرشِّحِ ضوءٍ أخضرَ؟

القسمُ ٢

تكاثرُ النباتاتِ الزهريَّةِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ التلقيحَ والإخصابَ عندَ النباتاتِ الزهريَّةِ.
- يوضِّحُ كيفَ تتكوَّنُ الثمارُ والبذورُ من الأزهارِ.
- يعدِّدُ ثلاثةَ أسبابٍ تجعلُ البذرةَ في حالةِ سباتٍ.
- يعدِّدُ ثلاثةَ أمثلةٍ على التكاثرِ اللاجنسيِّ في النباتاتِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

السبات

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: وأنتَ تقرأُ هذا القسمَ، ضعْ جدولاً لمقارنةِ التكاثرِ الجنسيِّ بالتكاثرِ اللاجنسيِّ عندَ النباتاتِ.

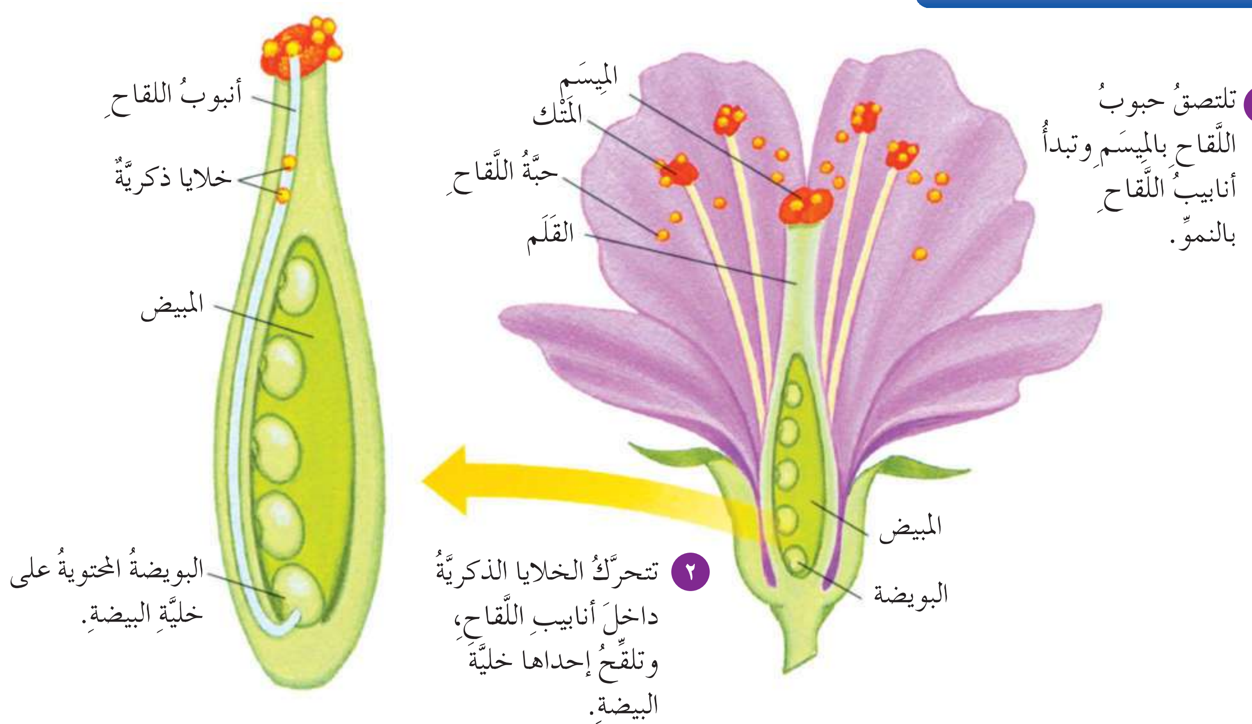
تَخَيَّلْ أنَّكَ تقفُ في حقْلِ أزهارٍ بَرِّيّةٍ. تُحيطُ بكَ الألوانُ الزاهيةُ والروائحُ العَطِرةُ. يمكنُكَ أن تَسمعَ طنينَ النحلِ الذي يطيرُ من زهرةٍ إلى زهرةٍ.

النباتاتُ الزهريَّةُ أكبرُ المجموعاتِ النباتيَّةِ وأكثرُها تنوُّعًا. ويُعْزَى نجاحُها جزئيًّا إلى أزهارِها. فالأزهارُ تكيُّفٌ للتكاثرِ الجنسيِّ، إذ تقومُ، أثناءَ التكاثرِ الجنسيِّ، خليَّةٌ ذكريَّةٌ بتلقيحِ خليَّةٍ بيضةٍ.

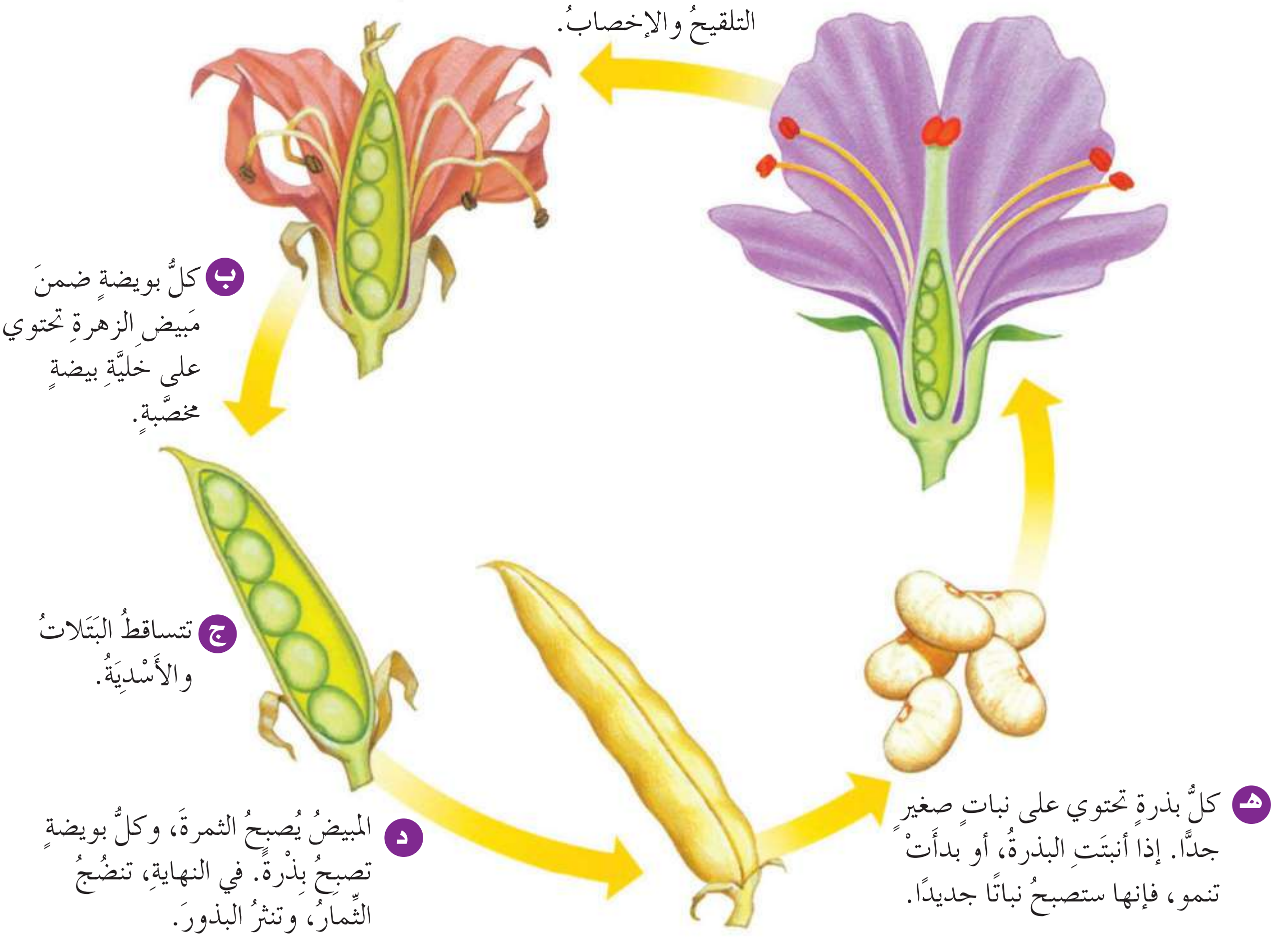
الإخصاب

يحدُثُ الإخصابُ عندَ النباتاتِ الزهريَّةِ، في الأزهارِ. يحدُثُ **التلقيحُ** عندَما تنتقلُ حبوبُ اللَّقاحِ من المَتْكِ إلى المِيْسَمِ. تحمِلُ الرياحُ أو الحيواناتُ، عادةً، حبوبَ اللَّقاحِ من زهرةٍ إلى زهرةٍ. وحبوبُ اللَّقاحِ تحتوي على خلايا ذكريَّةٍ. بعد أن تَلتصقَ حبوبُ اللَّقاحِ بالمِيسَمِ، ينمو من كلِّ حبَّةٍ أُنبوبٌ. ينمو هذا الأُنبوبُ عبرَ القلمِ إلى بويضةٍ. توجدُ البويضاتُ داخلَ المبيضِ. تحتوي كلُّ بُوَيْضَةٍ على خليَّةٍ بيضةٍ. تنتقلُ الخلايا الذكريَّةُ من حبوبِ اللَّقاحِ نزولاً في أنابيبِ اللَّقاحِ فإلى البويضاتِ. يحدُثُ الإخصابُ عندَما تتَّحدُ خليَّةٌ ذكريَّةٌ بخليَّةِ البيضةِ داخلَ البويضةِ. يبيِّنُ **الشكلُ ١** عمليَّتَي التلقيحِ والإخصابِ.

الشكلُ ١ التلقيحُ والإخصاب



الشكلُ ٢ إنتاجُ البذرةِ



من الزهرةِ إلى الثمرةِ

بعد أن يحدُثَ الإخصابُ، تتطوَّرُ البويضةُ إلى بذرةٍ. تحتوي البذرةُ على نباتٍ صغيرٍ جدًّا غيرِ نامٍ. المبيضُ الذي يحيطُ بالبويضةِ يصبحُ ثمرةً، كما يظهرُ في **الشكل ٢**.

والثمرةُ بينما هي تنتفخُ وتنضجُ توفِّرُ الحمايةَ للبذورِ الناميَّة، كما في **الشكل ٣**. وتساعدُ الثمارُ، في أغلبِ الأحيانِ النباتَ على نشرِ بذورِه. إنَّ الكثيرَ من الثمارِ صالحةٌ للأكلِ. قد تأكلُ الحيواناتُ هذه الثمارَ وتطرحُ البذورَ بعيدًا عن النباتِ الذي أعطاها. بعضُ الثمارِ الأخرى قد تكونُ خشنةً أو شائكةً، فتلتصقُ بفراءِ حيواناتٍ تمرُّ بها، وبعضُ الثمارِ قد تحملُها الرياحُ.



الشكل ٣ تطوُّرُ الطماطمُ من مبيضٍ وبويضاتِ زهرةٍ.

تحقَّقْ

كيف تساعدُ الثمارُ النباتَ على نشرِ بذورِه؟

من البذرةِ إلى النباتِ

عندما يكتمِّل تطوُّرُ البذرةِ، يتوقَّفُ النباتُ الجنينيُّ داخلَ البذرةِ عن النموِّ. وقد تدخلُ البِذْرةُ في سباتٍ. وعندَما تكونُ البذورُ في حالةِ **السباتِ** Dormancy، تكونُ غيرَ ناشطةٍ. تستطيعُ البذورُ في فترةِ السباتِ، غالبًا، البقاءَ حيَّةً لفتراتٍ طويلةٍ من الجفافِ أو درجاتِ الحرارةِ المنخفضةِ. تحتاجُ بعضُ البذورِ إلى ظروفٍ قاسيةٍ جدًّا، كفصولِ شتاءٍ باردةٍ أو حرائقِ غاباتٍ، لكسرِ سباتِها.

وعندما تنثرُ البذورُ في التربةِ، أو تُزرَعُ في بيئةٍ مناسبةٍ، تنبُتُ. ولكي تنبتَ تحتاجُ إلى الماءِ والهواءِ، ودرجاتِ حرارةٍ معتدلةٍ. ولكلِّ نوعٍ من النباتاتِ درجةُ حرارةٍ مثاليَّةٌ تبدأُ عندَها أغلبُ بذورِه في النموِّ. إنَّ درجةَ الحرارةِ المثاليَّةَ لنموِّ الكثيرِ من النباتاتِ هي حواليْ 27°C. يظهرُ في **الشكلِ ٤** إنباتُ بذرةِ فاصوليا.



الشكل ٤ تنمو البذرةُ مكوِّنةً نباتًا جديدًا. تبدأُ الجذورُ في النموِّ أوَّلاً. ثمَّ يكبرُ النباتُ ويشُقُّ التربةَ ويواصلُ نموَّهُ.

طُرُقٌ أخرى للتكاثرِ

قدْ تتكاثرُ النباتاتُ الزَّهريَّةُ أيضًا بشكلٍ لاجنسيٍّ. لا تحتاجُ النباتاتُ التي تتكاثرُ لاجنسيًّا إلى أزهارٍ. فقدْ يستطيعُ جزءٌ من النباتِ، كالساقِ أو الجذرِ، أن يُنتِجَ نباتًا جديدًا. وفي ما يلي ثلاثةُ تراكيبَ نباتيَّةٍ تُستخدَمُ للتكاثرِ اللاجنسيِّ:

- **نباتاتٌ صغيرةٌ جدًّا** تنمو على طولِ حافةِ ورقةِ نباتٍ. تسقطُ هذهِ النباتاتُ وتنمو مستقلَّةً.
- **درناتٌ** وهي سيقانٌ أرضيَّةٌ، يمكنُ أن تُنتجَ نباتاتٍ جديدةً بعدَ فصلٍ من السُّباتِ.
- **سيقانٌ جاريةٌ** فوقَ سطحِ الأرضِ يمكنُ أن تنموَ من براعمِها نباتاتٌ جديدةٌ.

في **الشكلِ ٥** يمكنُكَ أن ترى مثالاً لكلِّ نوعٍ من التكاثرِ اللاجنسيِّ.

السباتُ: كلمةٌ تصفُ الحالةَ غيرَ النشطةِ لبذرةٍ أو جُزْءٍ نباتيٍّ آخرَ من نباتٍ يوجدُ في ظروفٍ غيرِ مناسبةٍ للنموِّ.

مختبرٌ سريعٌ

البذورُ العطشى

١. املأْ **طبقَ بتري** حتى ثلثَيْهِ **بالماءِ**. أضِفْ **ستَّ بذورِ فاصوليا جافَّةٍ**. استخدِمْ **قلمَ شمعٍ** واكتبْ على الطبقِ «ماءٌ».

٢. أضِفْ **ستَّ بذورِ فاصولياءَ جافَّةٍ** إلى **طبقِ بتري** جافٍّ. اكتبْ على هذا الطبقِ «تجربةٌ ضابطةٌ».

٣. في اليومِ التالي، قارنْ حجمَيْ مجموعَتَيِ البذورِ. سجِّلْ ملاحظاتِك.

٤. لماذا تغيَّرَ حجمُ البذورِ؟ لِمَ يمكنُ أن يكونَ هذا مهمًّا لبقاءِ البذرةِ؟

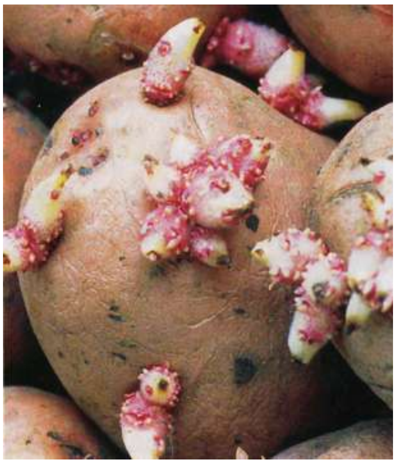
تحقَّقْ

ما التراكيبُ النباتيَّةُ الثلاثةُ التي تُستخدَمُ للتكاثرِ اللاجنسيِّ؟

الشكلُ ٥ تراكيبُ ثلاثةٌ للتكاثرِ اللاجنسيِّ



يُنتجُ نباتُ كالانشو **نباتاتٍ صغيرةً** على طولِ حافةِ أوراقِه، تتساقطُ على التربةِ لتنموَ بشكلٍ مستقلٍّ.



البطاطسُ درنةٌ نباتيَّةٌ، أو **ساقٌ** تحتَ أرضيَّةٍ. إنّ «عيونَ» البطاطسِ هي براعمُهُ التي يمكنُ أن تنمُوَ مكوِّنةً نباتاتٍ جديدةً.



يُنتجُ نباتُ الفراولةِ **السيقانَ الجاريةَ**، أو سيقانًا تنمو أفقيًّا على سطحِ التربةِ. تنمو جذورُ براعمِ السيقانِ الجاريةِ الملامسةِ للأرضِ وتنمو لتُنتجَ نباتاتٍ جديدةً.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- بعدَ التلقيحِ، يتشكَّلُ أنبوبُ لَقاحٍ يمتدُّ من الِميسَمِ إلى بويضةٍ. هذا الأنبوبُ يتيحُ لخليَّةٍ ذكريَّةٍ تلقيحَ البويضةِ.
- بعدَ التلقيحِ تتكوَّنُ البذورُ والثمارُ. وتحمي الثمارُ البذورَ.
- تستطيعُ البذرةُ في حالةِ السباتِ أن تبقى حيَّةً في الجفافِ ودرجاتِ حرارةِ التجمُّدِ. تحتاجُ بعضُ البذورِ إلى ظروفٍ قاسيةٍ جدًّا لكسرِ سباتِها.
- من طرقِ التكاثرِ اللاجنسيِّ الدرناتُ، السيقانُ الجاريةُ، نموُّ النباتاتِ الصغيرةِ على حوافِ النباتِ الأمِّ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتُبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لمفردةِ سباتٍ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. يحدُثُ التلقيحُ عندَما

أ. يتشكَّلُ أنبوبُ اللقاحِ.

ب. تتَّحدُ خليَّتانِ، خليَّةٌ ذكريَّةٌ وخليَّةٌ بيضةٌ.

ج. تنتقلُ حبوبُ اللَّقاحِ من المتْكِ إلى الميْسمِ.

د. لا شيءَ ممّا وردَ أعلاه.

٣. أيُّ جزءٍ من الزهرةِ يتطوَّرُ إلى ثمرةٍ؟ وإلى بذرةٍ؟

٤. لماذا تمرُّ البذورُ بفترةِ سباتٍ؟

٥. صِفْ كيفَ تتكاثرُ النباتاتُ لاجنسيًّا.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. تنبُتُ بذرةٌ عندَما تكونُ درجةُ الحرارةِ 27 °C إذا كانَتْ درجةُ الحرارةِ الآنَ 20 °C وكانَتْ ترتفعُ 1,5 °C في الأسبوعِ، فبعدَ كم أسبوعًا تنبُتُ البذرةُ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **استدلال**: ما أوجهُ الشبهِ والاختلافِ بينَ الأزهارِ والسيقانِ الجاريةِ؟

٨. **تحديدُ العلاقاتِ**: متى يمكنُ أن يكونَ التكاثرُ اللاجنسيُّ مهمًّا لعيشِ بعضِ النباتاتِ الزهريَّةِ؟

٩. **تحليلُ الأفكارِ**: يؤدّي التكاثرُ الجنسيُّ تنوُّعًا وراثيًّا أكبرَ مما يُنتِجهُ التكاثرُ اللاجنسيُّ. ما أهميَّةُ ذلكَ؟

استجاباتُ النباتِ للبيئةِ

القسم ٣

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ كيفَ تستجيبُ النباتاتُ للضوءِ والجاذبيَّةِ.
- يوضّحُ كيفَ تستجيبُ بعضُ النباتاتِ لطولِ الليلِ.
- يصفُ كيفَ تستجيبُ بعضُ النباتاتِ للتغيُّراتِ الفصليَّةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الانتحاء

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. اكتبْ ما لديكَ من أسئلةٍ حولَه. ناقشْ أسئلتَكَ ضمنَ مجموعةٍ صغيرةٍ.

ماذا يحدُثُ لكَ عندما تَبردُ؟ هل تصطَكُّ أسنانُكَ؟ هل يرتعشُ جسمُكَ؟ أيُّ شيءٍ يسبِّبُ ردَّ فعلٍ في جسمِكَ هو مؤثِّرٌ. لكنْ هل تستجيبُ النباتاتُ للمؤثِّراتِ؟

النباتاتُ أيضًا تستجيبُ للمؤثِّراتِ. فهي، مثلاً، تستجيبُ للضوءِ والجاذبيَّةِ والفصولِ المتغيِّرةِ.

انتحاءاتُ النباتاتِ

بعضُ النباتاتِ تستجيبُ لمؤثِّرٍ بيئيٍّ بالنموِّ في اتِّجاهٍ معيَّنٍ. النموُّ استجابةً لمؤثِّرٍ معيَّنٍ يُسمّى **الانتحاء** Tropism. تكونُ الانتحاءاتُ إمّا إيجابيَّةً وإمّا سلبيَّةً. نموُّ النباتِ في اتِّجاهِ المؤثِّرِ انتحاءٌ إيجابيٌّ. أمّا نموُّ النباتِ بعيدًا عن المؤثِّرِ فانتحاءٌ سلبيٌّ.

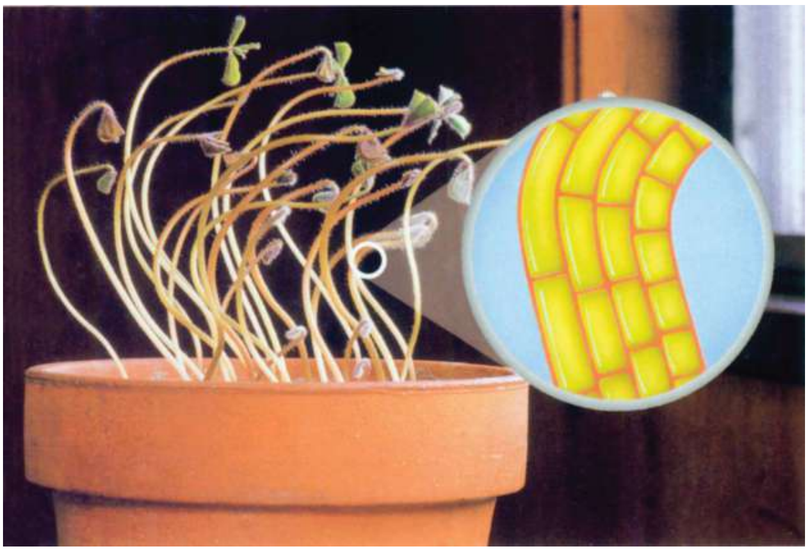
الانتحاء: نموُّ كلِّ الكائنِ الحيِّ أو جزءٍ منه استجابةً لمؤثِّرٍ خارجيٍّ، كالضوءِ.

الضوء

ماذا يحدُثُ إذا وضعْتَ نباتًا منزليًّا، بحيث يحصُلُ على الضوءِ من جهةٍ واحدةٍ فقط، كالنافذةِ مثلاً؟ من المحتمل أنْ تنحنيَ رؤوسُ النباتِ نحوَ الضوءِ. الانحناءُ نحوَ الضوءِ انتحاءٌ إيجابيٌّ. والتغيُّرُ في اتِّجاهِ نموِّ النباتِ الذي يسبِّبُهُ الضوءُ يسمّى الانتحاءَ الضوئيَّ. تظهرُ نتيجةُ الانتحاءِ الضوئيِّ في **الشكل ١**. فالنباتاتُ تنحني لأنَّ الخلايا على أحدِ جانبَيْها تنمو بالطولِ أكثرَ من الخلايا التي على الجانبِ الآخرِ.

تحقَّق

ماذا يحدُثُ عندَما يحصُلُ النباتُ على الضوءِ من اتِّجاهٍ واحدٍ فقط؟



الشكل ١ خلايا الجانبِ المظلمِ من النباتِ تنمو بالطولِ أكثرَ من خلايا الجانبِ الآخرِ. لذلك، ينحني النباتُ نحوَ الضوءِ.

الجاذبيّةُ الأرضيّةُ

يتغيّرُ نموُّ النباتِ أيضًا باستجابتِهِ لاتّجاهِ الجاذبيَّةِ الأرضيَّةِ. هذا التغيُّرُ يسمّى الانتحاءَ للجاذبيةِ الأرضيةِ. يَظْهَرُ تأثيرُ الانتحاءِ للجاذبيَّةِ الأرضيَّةِ في **الشكلِ ٢**. بعد بضعةِ أيَّامٍ من وضعِ النباتِ على جانبِهِ أو رأسًا على عَقِبٍ، تغيِّرُ الجذورُ والسيقانُ اتّجاهَيْ نموِّهما. أكثرُ القممِ الناميةِ للسيقانِ تنتحي انتحاءً سلبيًّا. وهي تنمو إلى أعلى مبتعدةً عن الأرضِ. أما القممُ الناميةُ للجذورِ فهي، بعكسِ ذلك، تنتحي انتحاءً إيجابيًّا. إنها تنمو إلى أسفلَ نحوَ مركزِ الأرضِ.

الاستجاباتُ الموسميَّةُ

ماذا يحدُث إذا أزهرَ في ديسمبر نباتٌ يعيشُ في منطقةٍ شتاؤُها باردٌ جدًّا؟ هل يكونُ النباتُ قادرًا على إنتاجِ البذورِ والثمارِ بنجاحٍ؟ من المحتمل ألاّ يكونَ كذلك، كأن تتجمَّدَ أزهارُ النباتِ وتموتُ. لذلك لن تُنتِجَ الأزهارُ بذورًا ناضجةً.

النباتاتُ التي تعيشُ في مناطقَ شتاؤُها باردٌ يمكنُ أن تستشعرَ التغيُّرَ في الفصولِ. كيف تستشعرُ النباتاتُ ذلك التغيُّرَ؟ عندَما يقتربُ الخريفُ والشتاءُ يقصُرُ النهارُ ويطولُ الليلُ. ويحدثُ عكسُ ذلك عندما يقتربُ الربيعُ والصيفُ. النباتاتُ تستجيبُ للتغيُّرِ الطارئِ على طولِ النهارِ.

الشكلُ ٢ انتحاءُ للجاذبيَّةِ الأرضيَّةِ



هذا النباتُ كانَ قد وضِعَ رأسًا على عَقِبٍ.

هذا النباتُ ينمو بعكسِ اتّجاهِ الجاذبيَّةِ: إلى أعلى.

وقفةٌ مع الرياضيات

الانحناءُ بدرجات

افترضْ أن نباتًا معيَّنًا ينتحي انتحاءً ضوئيًّا إيجابيًّا نحوَ الضوءِ بسرعةِ 0.3^o في الدقيقةِ. بعدَ كمْ ساعةً يبلغُ انحناؤُه 90^o ؟

تحقَّقْ

كيفَ تستشعرُ النباتاتُ التغيُّراتِ الموسميَّةَ؟

الشكلُ ٣ طولُ الليلِ ولونُ الزَّهرةِ

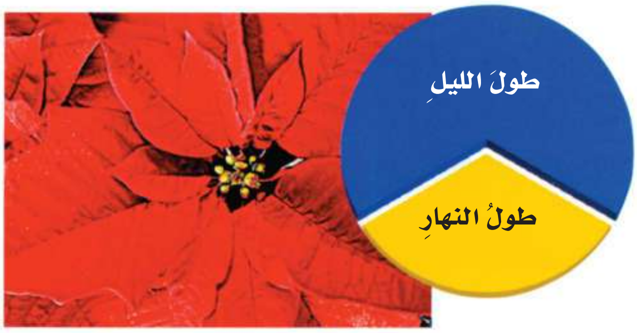
أوائلُ الصيفِ





▶ في أوائلِ الصيفِ يكونُ الليلُ قصيرًا. وفي هذا الوقتِ من السنةِ تكونُ أوراقُ البوانسيتيا كلُّها خضراءَ، وليسَ هناكَ أزهارٌ.

أواخرُ الخريفِ



▲ تزهرُ نبتةُ البوانسيتيا في الخريفِ، عندما تكونُ الليالي أطولَ. الأوراقُ التي تحيطُ بتجمُّعاتِ الأزهارِ تتحوَّلُ إلى اللونِ الأحمرِ. يستخدمُ المزارعونَ المحترفونَ إضاءةً اصطناعيَّةً للتحكُّمِ في توقيتِ هذا التغيُّرِ في اللونِ.

طولُ النهارِ

إنّ الاختلافَ بينَ طولِ النهارِ وطولِ الليلِ مؤثِّرٌ بيْئِيٌّ مهمٌّ للكثيرِ من النباتاتِ. هذا المؤثِّرُ يُمكنُ أن يؤدِّيَ بالنباتاتِ إلى البَدْءِ بالتكاثرِ. على سبيلِ المثالِ، تُزهِرُ بعضُ النباتاتِ في الخريفِ أو الشتاءِ. في هذا الوقتِ يكونُ الليلُ طويلاً. هذه النباتاتُ تُسمّى **نباتاتِ النهارِ القصيرِ**. نباتُ البوانسيتيا المعروضُ في **الشكل ٣**، نباتُ نهارٍ قصيرٍ. الأُقْحُوانُ أيضًا نباتُ نهارٍ قصيرٍ. هناكَ، نباتاتٌ أخرى تُزْهِرُ في الربيعِ أو في أوائلِ الصيفِ، عندما يكونُ الليلُ قصيرًا. هذه النباتاتُ تُسمّى **نباتاتِ النهارِ الطويلِ**. البرسيمُ، والسبانخُ، والخسُّ، أمثلةٌ على نباتاتِ النهارِ الطويلِ.

الفصولُ وتساقطُ الأوراقِ

جميعُ الأشجارِ تَفقِدُ أوراقَها. لكنَّ بعضَ الأشجارِ، كالصنوبرِ، ترمي بعضَ أوراقِها على مدارِ السنةِ، بحيثُ تبقى الشجرةُ مكسوَّةً بالأوراقِ بصورةٍ دائمَةٍ. هذه الأشجارُ تُسمّى **الأشجارَ دائمةَ الخضرةِ**. للأشجارِ دائمةِ الخضرةِ أوراقٌ متكيِّفةٌ مع العيشِ على مدارِ السنةِ. وغالبًا ما يغطِّي الأوراقَ كيوتيكلٌ سميكٌ، ليحميَها من البردِ والطَّقْسِ الجافِّ.

توجدُ أشجارٌ أخرى، كالقَيْقبِ والسِّنْديانِ وأشجارِ الدَّردارِ ممّا يُسمّى **أشجارًا نَفْضِيَّةً**. تفقدُ هذه الأشجارُ كلَّ أوراقِها في الوقتِ نفسِه تقريبًا من كلِّ عامٍ. وفي المناطقِ الباردةِ، تفقدُ الأشجارُ النَّفْضِيَّةُ أوراقَها عادةً قبلَ بَدْءِ الشتاءِ. في المناطقِ الدافئةِ ذاتِ الفصولِ الجافَّةِ والرَّطْبةِ، تفقدُ الأشجارُ النفضيَّةُ أوراقَها قبلَ فصلِ الجَفافِ. يساعدُ فقدانُ الأوراقِ النباتَ على العيشِ في درجاتِ حرارةٍ منخفضةٍ أو لفتراتٍ طويلةٍ بلا أمطارٍ.

نشاطٌ منزليٌّ

دورانُ الأرضِ والفصولُ

انحناءُ الأرضِ ودورانُها حولَ الشمسِ يسبِّبانِ الفصولَ. ابحثْ في كيفيَّةِ تحديدِ دورانِ الأرضِ للفصولِ. اصنعْ بمساعدةِ أسرتِكَ نموذجًا لدورانِ الأرضِ حولَ الشمسِ. أوضحِ النتائجَ التي حصلْتَ عليها.

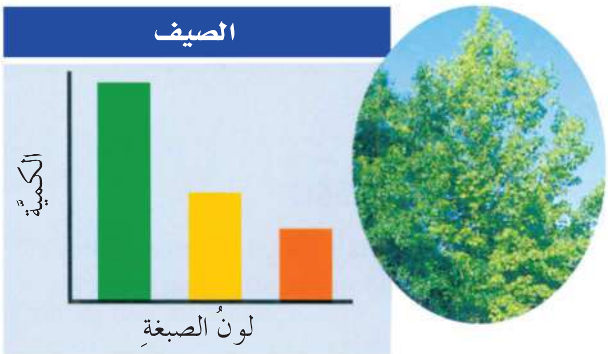
تحقَّقْ

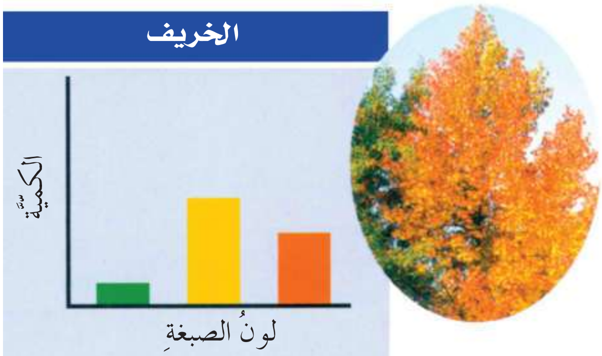
قارِنْ بينَ الأشجارِ دائمةِ الخضرةِ والأشجارِ النَّفْضِيَّةِ.

الفصولُ ولونُ الأوراقِ

كما هو معروضٌ في **الشكلِ ٤**، قد تتغيَّرُ ألوانُ أوراقِ الأشجارِ النفضيَّةِ قبلَ سقوطِها. فبينما يقتربُ الخريفُ، يتحلَّلُ الكلوروفيلُ الأخضرُ. فتنكشفُ الصِّبغاتُ البرتقاليةُ أو الصفراءُ في الأوراقِ، والتي كانَ يخفيها وجودُ الكلوروفيل.

الشكلُ ٤ كَمِّيَّةُ الصِّبغةِ تبَعًا للفصلِ





مُراجعةُ القسم

ملخص

- يُسمَّى نموُّ النباتِ استجابةً لمؤثِّرٍ معيَّنٍ الانتحاءَ. توجدُ انتحاءاتٌ إيجابيَّةٌ وانتحاءاتٌ سلبيَّةٌ.
- تستجيبُ النباتاتُ للضوءِ والجاذبيَّةِ والفصولِ المتغيِّرةِ.
- يُزهِرُ نباتُ النهارِ القصيرِ عندما يكونُ الليلُ طويلاً. تزهرُ نباتاتُ النهارِ الطويلِ عندما يكونُ الليلُ قصيرًا.
- لا تُسقطُ الأشجارُ دائمةُ الخضرةِ كلَّ أوراقِها دفعةً واحدةً. تفقدُ الأشجارُ النفضيَّةُ أوراقَها في الوقتِ نفسِه من كلِّ عامٍ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتُبْ بأسلوبِكَ، تعريفًا لمفردةِ الانتحاءِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. تُسقِطُ الأشجارُ النَّفْضيَّةُ أوراقَها
   أ. لحفظِ الماءِ أثناءَ الفصلِ الجافِّ.
   ب. في الوقتِ نفسِهِ تقريبًا من كلِّ سنةٍ.
   ج. لتبقى حيَّةً عندَ درجاتِ حرارةِ الشتاءِ المنخفضةِ.
   د. كلُّ ما سبقَ.

٣. كيف يؤثِّرُ الضوءُ والجاذبيَّةُ في النباتاتِ؟

٤. كيفَ يؤثِّرُ طولُ النهارِ في إزهارِ النباتاتِ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٥. لن يُزهِرَ نباتٌ معيَّنٌ إلا إذا بلغَ الظلامُ ٧٠٪ من فترةِ ٢٤ ساعة. ما طولُ النهارِ في الفترةِ التي يُزهِرُ فيها النباتُ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **استدلال**: يعيشُ الكثيرُ من الأشجارِ دائمةِ الخضرةِ في مناطقَ تكونُ فصولُ الشتاءِ فيها باردةً وطويلةً. لماذا تُبقي هذهِ الأشجارُ دائمةُ الخضرةِ أوراقَها عليها طَوالَ السنةِ؟

٧. **تحليلُ الأفكارِ**: تُزهِرُ بعضُ نباتاتِ النهارِ القصيرِ أثناءَ الشتاءِ. إذا كانَ الطقسُ البارِدُ يقلِّلُ من فُرَصِ إنتاجِ النباتِ للبذورِ، فماذا تستنتِجُ عن أماكنِ وجودِ نباتاتِ النهارِ القصيرِ هذه؟

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

وضِّحِ المقصود بكلٍّ من المفرداتِ التاليةِ:

١. النتح

٢. الانتحاء

٣. الثَّغر

٤. السبات

٥. الكلوروفيل

٦. البناءِ الضوئيّ

٧. التنفُّسِ الخلويّ

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٨. أثناء التبادلِ الغازيِّ عندَ النباتاتِ:

أ. يخرجُ ثاني أكسيدِ الكربون من الورقةِ ويدخلُ الأكسجينُ والماءُ.

ب. يخرجُ الأكسجينُ والماءُ من الورقةِ ويدخلُ ثاني أكسيدِ الكربون.

ج. يدخلُ ثاني أكسيدِ الكربون والماءُ الى الورقةِ ويخرجُ الأكسجينُ.

د. يدخلُ ثاني أكسيدِ الكربونِ والأكسجينُ إلى الورقةِ ويخرجُ الماءُ.

٩. غالبًا ما تستجيبُ النباتاتُ، للضوءِ من جانبٍ واحدٍ:

أ. بالانحناءِ بعيدًا عن الضوء.

ب. بالانحناءِ نحوَ الضوءِ.

ج. بالذبول.

د. لا شيء ممّا سبقَ.

١٠. أيٌّ من التالي **لا** يتمُّ من خلالِهِ التكاثُرُ اللاجنسيُّ في النباتاتِ؟

أ. السيقان الجاريّةُ

ب. الدَّرَناتُ النباتيَّةُ

ج. الأزهارُ

د. النباتاتُ الصغيرةُ

إجابةٌ قصيرةٌ

١١. قارنْ بين نباتاتِ النهارِ القصيرِ ونباتاتِ النهارِ الطويلِ، من حيث توقيتُ الإزهارِ.

١٢. كيف تستجيبُ النباتاتُ المزروعةُ في الأواني للجاذبيَّةِ إذا وُضِعَتْ على أحد جوانبِها؟

١٣. صِفِ التلقيحَ والإخصابَ عند النباتاتِ الزَّهريَّةِ.

١٤. ما الأشياءُ الثلاثةُ التي تحتاجُ إليها البذورُ قبلَ أن تنبتَ؟

١٥. وضِّحْ كيفَ تتكوَّنُ الثمارُ والبذورُ من الأزهارِ.

١٦. قارِنْ بينَ البناءِ الضوئيِّ والتنفُّسِ الخلَويِّ، من حيثُ النواتجُ والموادُّ المستخدمةُ.

١٧. ما الحقيقتانِ اللتانِ تجعلانِ البناءَ الضوئيَّ مُهِمًّا؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١٨. **خريطةُ المفاهيم:** استخدمِ المفرداتِ والتعابيرَ التاليةَ لرسمِ خريطةِ مفاهيمَ: **النباتاتِ، التنفُّسَ الخلويَّ، طاقةَ الضوءِ، الطاقةَ الكيميائيَّةَ، ثانيَ أكسيدِ الكربونِ، الأكسجينَ.**

١٩. **استدلال:** يعيشُ الكثيرُ من النباتاتِ في مناطقَ شتاؤُها قاسٍ. لدى بعضِ هذهِ النباتاتِ بذورٌ لا تَنْبتُ ما لم تتعرَّضْ أوَّلاً للبردِ لمدَّةٍ طويلةٍ. كيفَ تساعدُ هذه المِيزةُ النباتاتِ الجديدةَ على العيشِ؟

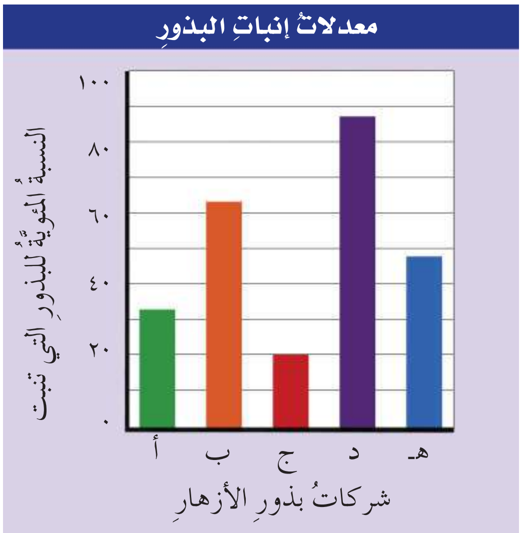
٢٠. **تحليلُ الأفكارِ:** تنتحي معظمُ سيقانِ النباتاتِ انتحاءً ضوئيًّا إيجابيًّا. وتنتحي جذورُ النباتاتِ انتحاءً جاذبيًّا إيجابيًّا. ما فوائدُ هاتَيْنِ الميزتَيْنِ؟

٢١. **تطبيقُ المفاهيم:** ماذا تفعلُ لجعلِ البوانسيتيا تُزهِرُ وتتحوَّلُ أوراقُها إلى اللونِ الأحمرِ في الصيفِ؟

٢٢. **استدلال:** تخيَّلْ أنَّ شخصًا اكتشفَ نباتًا زهريًّا جديدًا. ولدى هذا النباتِ زهرٌ أصفرُ وسيقانٌ تحتَ أرضيَّةٍ. كيف يتكاثرُ هذا النباتُ بشكلٍ لاجنسيٍّ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

يُظهِرُ الرسمُ البيانيُّ أدناه معدَّلاتِ إنباتِ بذرةٍ تنتجُها شركاتُ بذورٍ مختلفةٌ. استخدمْ هذا الرسمَ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليه.



٢٣. عندَ أيِّ شركةِ بذورٍ تجدُ المعدَّلَ الأعلى لإنباتِ البذورِ؟ المعدَّلَ الأدنى لإنباتِ البذورِ؟

٢٤. أيٌّ من شركاتِ البذورِ كانَ عندَها نسبةُ إنباتِ البذورِ أعلى من ٥٠٪ ؟

٢٥. إذا أرادَ سعيدٌ أن يشتريَ بذورًا بمعدلِ إنباتٍ أعلى من ٦٠٪ ، فمن أيِّ شركةٍ يشتري بذورَه؟ لماذا يريدُ سعيدٌ شراءَ بذورٍ بمعدَّلِ إنباتٍ أعلى؟

الوَحدةُ

ب

الحيوانات

هل سبقَ أن زرْتَ حديقةَ حيواناتٍ، أو شاهدْتَ فيلمًا وثائقيًّا عن حيواناتِ الغابةِ؟ إذًا لديك فكرةٌ عن كثرةِ أنواعِ الحيواناتِ، من الحشراتِ الصغيرةِ إلى الحيتانِ الضخمةِ، التي تعيشُ على كوكبِ الأرضِ.

واحدٌ من أسبابِ روعةِ الحيواناتِ تنوُّعُ أشكالِها وسلوكِها.

تتعلَّمُ في هذهِ الوحدةِ عن أنواعِ الحيواناتِ الكثيرةِ، التي قد تجهلُ وجودَ بعضِها. كن مستعدًا لمغامرةِ مع الحيواناتِ.

١٦١٠

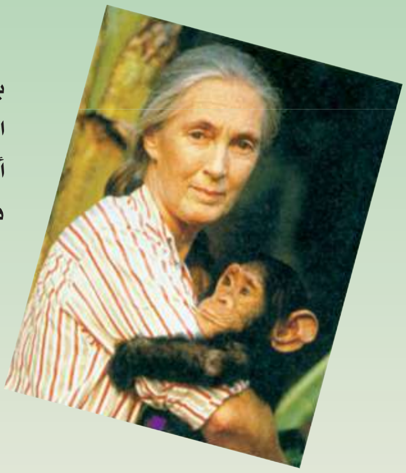
استخدمَ جاليليو مجهرًا مركَّبًا لدراسةِ تشريحِ الحشراتِ.

١٧٦١

تأسَّسَت أوَّلُ مدرسةٍ بيطريَّةٍ في ليون، بفرنسا.

١٩٦٠

بدأَتْ عالمةُ الحيوانِ الإنجليزيَّةُ جين جودول أبحاثَها على الشمبانزي في تنزانيا.



١٦٨١

انقرضَ طائرُ الدودو الذي لا يطيرُ.



١٦٩٣

حدَّدَ جون راي الحيتانَ كحيواناتٍ ثدييَّةٍ.



١٨٨٢

ساهمتِ الأبحاثُ التي جرَت على السفينةِ «الباتروس» في زيادةِ معرفتِنا للحياةِ البحريَّةِ.



١٩٣٥

درسَ فرنسيس ب سمنر التلوُّنَ الوقائيَّ في الأسماكِ.



١٩٨٧

أُسرَ آخرُ نسرِ كوندور في كاليفورنيا، في محاولة لإنقاذِ نوعٍ من الانقراضِ.

١٩٩٨

كيكو الحوتُ القاتلُ جرى تعليمُهُ التقاطَ الأسماكِ.



الفصل

٤

الحيواناتُ والسلوكُ



الفكرةُ الرئيسةُ

للحيواناتِ ميزاتٌ فريدةٌ تتيحُ لها أن تتفاعلَ مع بيئتِها وبعضُها مع بعضٍ.

القسم

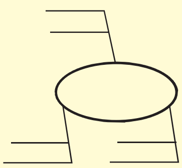
حولَ الصورةِ

يحتاجُ هذا العنكبوتُ إلى الغذاءِ لكي يعيشَ. وبالمقابلِ، يحتاجُ هذا اليعسوبُ إلى أن يكونَ بمنأى عن الافتراسِ. كيفَ يحصلُ العنكبوتُ واليعسوبُ وحيواناتٌ أخرى على ما تحتاجُ إليه للعيشِ؟ تستخدمُ الحيواناتُ أساليبَ سلوكٍ كثيرةٍ لتتنافسَ فيما بينَها على البقاءِ.

نشاطٌ تمهيديٌّ

المنظم البياني

خريطةُ عنكبوتٍ: قبل البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قُمْ بإعدادِ **خريطةِ العنكبوتِ**، سمِّ الدائرةَ «السلوكُ الحيوانيُّ». ارسمْ ساقًا لكلِّ نوعٍ من السلوكِ الحيوانيِّ. وخلالَ قراءتِكَ للفصلِ، املأ الخريطةَ بالتفاصيلِ المتعلِّقَةِ بكلِّ نوعٍ من أنواعِ السلوكِ الحيوانيِّ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

اذهبْ في رحلةٍ إلى البرّيَّةِ

ليسَ من الضروريِّ أن تسافرَ بعيدًا لرؤيةِ الحيواناتِ المثيرةِ للاهتمامِ. ركِّز نظرَك في محيطِك، تجدْ حيواناتٍ كثيرةً في محيطِك. **احذرْ**: كنْ حذرًا دائمًا بوجودِ حيواناتٍ برّيَّةٍ أو غريبةٍ، لأنها قد تعضُّ أو تلدغُ. لا تلمسْ حيواناتٍ برّيَّةً أو أيَّ حيواناتٍ غريبةٍ عنك.

الخطوات

١. امضِ إلى الخارجِ، وجدْ **نوعَيْن مختلفَيْن من الحيواناتِ** لتلاحظَهما.

٢. تجنَّبْ إزعاجَ الحيوانَيْن، وبهدوءٍ راقبْهما عن بُعدٍ لدقائقَ. قد ترغبُ في **استخدامِ المنظار** أو **العدسةِ المكبِّرةِ**.

٣. دوِّن كلَّ شيءٍ تلاحظهُ حولَ كلِّ حيوانٍ. هل تعرفُ نوعَ كلِّ حيوانٍ منهما؟ أين وجدْتَه؟ كيف يبدو؟ ما حجمُه؟ ماذا يفعل؟ قد ترغبُ في رسمِ صورةٍ له.

التحليل

١. قارن الحيوانَيْن اللذَيْن درستَهما. هل هما مُتشابهان؟ هل لهما سلوكٌ متماثلٌ؟

٢. كيفَ يتنقلُ الحيوانان؟ هل رأيتَهُما يتواصلان مع حيواناتٍ أُخرى، أو يدافعان عن أنفسِهما؟

٣. هل بالإمكانِ أن تعرفَ ما يأكلُه كلُّ حيوانٍ؟ ما الخصائصُ التي تساعدُ كلَّ حيوانٍ في العثورِ على الغذاءِ، أو الإمساكِ به؟

القسمُ ١

ما الحيوان؟

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ الاختلافَ بينَ الفقاريّاتِ واللافقاريّاتِ.
- يصفُ الخصائصَ الخمسَ المشتركةَ بينَ كلِّ الحيواناتِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الجنين
المُستهلِك

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبل أن تقرأ هذا القسمَ، اكتبْ عنوانَ كلِّ جزءٍ فيه. ثمَّ، اكتبْ تحتَ كلِّ عنوانٍ ما تعتقدُ أنَّك ستتعلَّمُه.

فيمَ تفكِّرُ عندَما تسمعُ كلمةَ حيوانٍ؟ قد تفكِّرُ في الحصانِ أو القطَّةِ. وقد تفكِّرُ في الزرافاتِ أو الدببةِ. لكن هل تفكِّرُ في الإسفنجِ؟

الإسفنجُ الطبيعيُّ الذي يستخدمُه الناسُ للغسيلِ هو بقايا حيوانٍ. ويوجدُ تنوُّعٌ كبيرٌ في الحيواناتِ، من حيثُ الشكلُ ومن حيثُ الحجمُ. لدى بعضِها أربعُ أرجلٍ وشعرٌ، لكنَّ أكثرَها ليسَ كذلك. بعضُها أصغرُ جدًّا من أن يُشاهَدَ من دونِ مجهرٍ. وبالمقابلِ هناك حيواناتٌ أكبرُ من حافلةِ المدرسةِ. الحيواناتُ كافّةً تنتمي إلى مملكةِ الحيوانِ.

التنوُّعُ الحيوانيُّ

كم نوعًا من الحيواناتِ ترى في **الشكل ١**؟ قد تُفاجأُ حين تعلمُ أن النجومَ الريشيَّةَ والمرجانَ حيواناتٌ. العناكبُ والسمكُ والطيورُ، هي أيضًا حيواناتٌ. البزّاقُ والكنغرُ والقرودُ حيواناتٌ كذلك. لقد سمّى العُلماءُ أكثرَ من مليونِ نوعٍ من أنواعِ الحيواناتِ. لكنَّ كثيرًا من الأنواعِ الموجودةِ لم تُسمَّ بعدُ. يقدِّرُ بعضُ العلماءِ أنّ أكثرَ من ٣ ملايينِ نوعٍ من الحيواناتِ تعيشُ على الأرضِ.

الفقاريّات

أكثرُ الحيواناتِ لا تُشبهُ الإنسانَ في شيءٍ. لكنَّنا نتشاركُ في كثيرٍ من الخصائصِ مع مجموعةٍ من الحيواناتِ، تُسمَّى الفقاريّاتِ. **الحيوانُ الفقاريُّ** لـه عمودٌ فقريٌّ. تتضمَّنُ الفقاريّاتُ الأسماكَ والبرمائيّاتِ والزواحفَ والطيورَ والثدييّاتِ. قد تصلُ الثدييّاتُ إلى ٥٠٠٠ نوعٍ.

الشكل ١ جميعُ الكائناتِ الحيَّةِ في هذه الصورةِ هي حيواناتٌ.





الشكل ٢ حوالي ٣٥٠٠٠٠ نوعٍ من الخنافسِ تمَّ تعرُّفُها.

اللافقاريّات

يرجَّحُ أن تكونَ على معرفةٍ للفقاريّاتِ أكثرَ من اللافقاريّاتِ، لكنَّ الفقاريّاتِ بلا شكٍّ أقلّيَّةٌ بينَ الكائناتِ الحيَّةِ. أقلُّ من ٥ ٪ من الأنواعِ الحيوانيَّةِ المعروفةِ فقاريّاتٌ. وأكثرُ الأنواعِ الحيوانيَّةِ من حشراتٍ وحلزوناتٍ وقناديلِ بحرٍ وديدانٍ و**لافقاريّاتٍ** أخرى، هي حيواناتٌ بلا عمودٍ فقريٍّ. في الحقيقةِ، تشكِّلُ الخنافسُ أكثرَ من ٣٠ ٪ من كلِّ الأنواعِ الحيوانيَّةِ! يعرضُ **الشكلُ ٢** بعضَ أنواعِ الخنافسِ.

تحقَّقْ

هل الإنسانُ من الفقاريّاتِ أم من اللافقاريّاتِ؟

خصائصُ الحيواناتِ

الإسفنجيّاتُ والديدانُ والبطاريقُ والأسودُ كلُّها حيواناتٌ. لكنْ، قبلَ حوالي ٢٠٠ سنةٍ، اعتقدَ كثيرونَ أن الإسفنجيّاتِ نباتاتٌ. ولا يبدو على الديدانِ شَبَهٌ بالبطاريقِ أو الأسودِ، فلمَ إذن نقولُ إن كلَّ هذه الكائناتِ حيواناتٌ؟ ما الذي يحدِّدُ إن كانَ كائنٌ حيٌّ حيوانًا أو نباتًا، أو شيئًا آخرَ؟ ليسَ هناكَ جوابٌ وحيدٌ. لكنَّ كلَّ الحيواناتِ تتشاركُ في خصائصَ تميِّزُها من باقي الكائناتِ الحيَّةِ.

التركيبُ عديدُ الخلايا

كلُّ الحيواناتِ **عديدةُ الخلايا**، ممّا يعني أنّها مكوَّنةٌ من خلايا كثيرةٍ. في جسمِك تريليوناتٌ من الخلايا. خلايا الحيوانِ **حقيقيَّةُ النواةِ**، مما يعني أنّ لها نواةً. على خلافِ خلايا النباتِ، ليس لخلايا الحيوانِ جدرٌ خلويَّةٌ. خلايا الحيوانِ محاطةٌ بأغشيةٍ خلويَّةٍ فقط.

نشاطٌ منزليٌّ

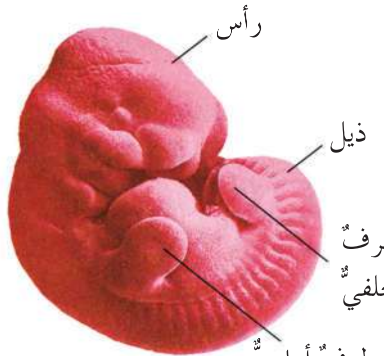
استكشفْ بيتَك

بمشاركةِ عائلتِك، عدِّدْ كلَّ الحيواناتِ التي تجدُها حولَ بيتِك. هل لديكَ حيواناتٌ أليفةٌ؟ هل تنسجُ أيُّ عناكبَ شباكَها خارجَ بابِ المنزلِ؟ هل بالإمكانِ أن ترى أيَّ حيواناتٍ من نافذتِك؟ تذكَّرْ أنَّ القططَ والعناكبَ والطيورَ حيواناتٌ. عندَما تنهي كتابةَ القائمةِ، حضِّرْ ملصقًا عن الحيواناتِ التي وجدْتَها.

التكاثرُ والتطوُّر

كلُّ الحيواناتِ تقريبًا تتكاثرُ جنسيًّا. تنتجُ هذه الحيواناتُ خلايا جنسيَّةً، هي إمّا بويضاتٌ وإمّا خلايا ذكريَّةٌ. عندَما تتَّحدُ بويضةٌ وخليَّةٌ ذكريَّةٌ أثناءَ الإخصابِ تكوِّنانِ الخليَّةَ الأولى لكائنٍ حيٍّ جديدٍ. تنقسمُ هذه الخليَّةُ إلى خلايا كثيرةٍ لتشكِّلَ جنينًا. **الجنينُ Embryo** كائنٌ حيٌّ في مرحلةٍ مُبكرةٍ من التطوُّر. يمكنُكَ رؤيةُ جنينِ فأرٍ في **الشكلِ ٣**. كثيرٌ من مراحلِ التطوُّرِ تتَّبعُ مرحلةَ الجنينِ خلالَ نموِّ الحيوان.

أنواعٌ قليلةٌ من الحيواناتِ تتكاثرُ لاجنسيًّا. الهيدرا، مثلاً، تتكاثرُ بالتبرعم. في **التبرعم**، ينفصلُ جزءٌ من الكائنِ الحيِّ عنه، ويتطوَّرُ إلى كائنٍ حيٍّ جديدٍ.



الشكل ٣ الأجنَّةُ صغيرةٌ جدًّا. عندَما يكونُ جنينُ الفأرِ، كهذا، بعمرِ ١٠ أيّامٍ، يكونُ طولُه حوالَي 4.5 mm.

الجنين: نباتٌ أو حيوانٌ في مرحلةٍ مبكرةٍ من التطوُّر.

أجزاءٌ كثيرةٌ متخصِّصةٌ

في جسمِ الحيوانِ أجزاءٌ متميِّزةٌ تؤدّي وظائفَ متنوِّعةً. عندَما تنقسمُ البويضةُ المخصَّبةُ إلى عدَّةِ خلايا، لتشكِّلُ جنينًا، تمرُّ الخلايا بعمليَّةِ **التميُّز**. خلالَ عمليَّةِ التميُّزِ، تتطوَّرُ الخلايا إلى أنواعٍ مختلفةٍ من الخلايا. بعضُ الخلايا تصبحُ خلايا جلديَّةً. وتصبحُ خلايا أُخرى خلايا عضليَّةً أو خلايا عصبيَّةً، أو خلايا عظميَّةً. هذه الأنواعُ من الخلايا تشكِّلُ **الأنسجةَ**، وهي مجموعاتٌ من الخلايا المتماثلة. الخلايا العضليَّةُ، مثلاً، تشكِّلُ نسيجًا عضليًّا. وتشكِّلُ الخلايا العصبيَّةُ نسيجًا عصبيًّا.

لأكثرِ الحيواناتِ أعضاءٌ أيضًا. **العضوُ** مجموعةٌ من الأنسجةِ التي تؤدّي وظيفةً معيَّنةً في الجسم. قلبُكَ ورئتاكَ وكليتاكَ، جميعُها أعضاء. لكلِّ عضوٍ في جسمِ الحيوانِ عملٌ مميَّزٌ. فلسمكةِ القرشِ الظاهرةِ في **الشكلِ ٤** أعضاءٌ تمكِّنُها من هضمِ الطعامِ وضخِّ الدمِ والإحساسِ بالبيئةِ.

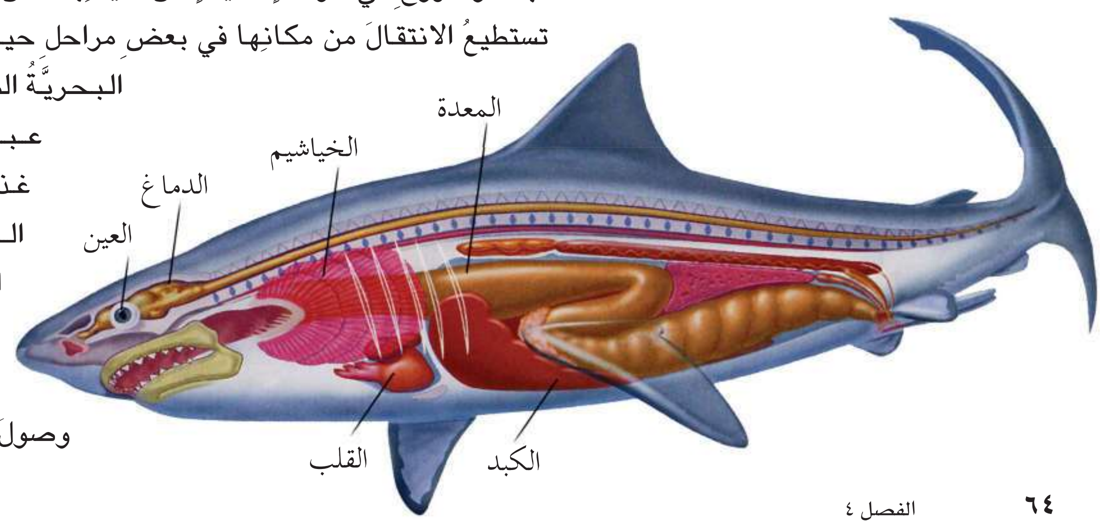
تحقَّق

سمِّ ثلاثةَ أعضاءٍ في داخلِ جسمِك.

التنقُّل

أكثرُ الحيواناتِ يمكنُها أن تنتقلَ من مكانٍ إلى آخرَ. قد تطيرُ أو تجري أو تسبحُ أو تقفزُ. تستخدمُ كلُّ الحيواناتِ تقريبًا التنقُّلَ للبحثِ عن الغذاءِ أو الملجأ، أو الزوجِ في مرحلةٍ معيَّنةٍ من حياتِها. لكنَّ بعضَ الحيواناتِ لا تستطيعُ الانتقالَ من مكانِها في بعضِ مراحلِ حياتِها. شقائقُ النعمانِ البحريَّةُ الصغيرةُ، مثلاً، تسبحُ عبرَ المحيطِ لإيجادِ غذائِها. لكنَّ شقائقَ النعمانِ البحريَّةَ البالغةَ تتثبَّتُ على الصخورِ أو بقاعِ المحيطِ، وتنتظرُ وصولَ الغذاءِ إليها.

الشكل ٤ كمعظمِ الحيواناتِ، لدى أسماكِ القرشِ أعضاءٌ للهضمِ ودورانِ الدمِ والإحساسِ بالبيئةِ.



الاستهلاك

لا تستطيعُ الحيواناتُ صنعَ غذائِها بنفسِها. تعيشُ كلُّ الحيواناتِ على أكلِ كائناتٍ حيَّةٍ أُخرى، أو أجزاءٍ أو مُنتجاتٍ لكائناتٍ حيَّةٍ أُخرى. الحيواناتُ بعبارةٍ أخرى مُستهلِكاتٌ. **المستهلِكُ Consumer** كائنٌ حيٌّ يأكلُ كائناتٍ حيَّةً أُخرى. تفصلُ هذه الميزةُ بالذاتِ الحيواناتِ عن النباتاتِ. ومع بعضِ الاستثناءاتِ القليلةِ، فإنَ أكثرَ النباتاتِ لا تأكلُ كائناتٍ حيَّةً أُخرى. ذلك أن النباتاتِ تصنعُ غذاءَها بنفسِها.

تأكلُ الحيواناتُ مجموعةً منوَّعةً كبيرةً من الأطعمةِ. وكما هو معروضٌ في **الشكل ٥**، تأكلُ حيواناتُ الباندا الخيزرانَ. وتأكلُ العناكبُ حيواناتٍ أُخرى. يمتصُّ البعوضُ الدمَ. وترتشفُ الفراشاتُ الرحيقَ من الأزهارِ. الحيواناتُ كلُّها في حاجةٍ إلى الغذاءِ لتعيشَ.



الشكل ٥ حيواناتُ الباندا تأكلُ حوالي 14 kg من الخيزرانِ كلَّ يومٍ.

المُستهلِك: كائنٌ حيٌّ يأكلُ كائناتٍ حيَّةً أُخرى أو موادَّ عضويَّةً.

مُراجعةُ القسم

ملخّص

- سمّى العلماءُ أكثرَ من مليونِ نوعٍ حيوانيَّ. أكثرُ الحيواناتِ من اللافقاريّاتِ.
- الحيواناتُ عديدةُ الخلايا، تتكاثرُ جنسيًّا (في العادةِ)، ولها الكثيرُ من الأجزاءِ المتخصّصةِ، وهي قادرةٌ على التنقُّلِ، وتستهلكُ كائناتٍ حيَّةً أُخرى. وحدَها الحيواناتُ لها هذه الميزاتُ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِك تعريفًا لكلٍّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ: **الجنين** و**المُستهلِك**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسيةِ

٢. أيٌّ من التالي ينطبقُ على أنَّ الإسفنجَ حيوانٌ؟
   أ. تأكلُ الإسفنجيّاتُ كائناتٍ حيَّةً أُخرى.
   ب. تصنعُ الإسفنجيّاتُ غذاءَها بنفسِها.
   ج. تتنقَّلُ الإسفنجيّاتُ طوالَ الوقتِ.
   د. للإسفنجيّاتِ عمودٌ فقريٌّ.

٣. ما الخصائصُ الخمسُ التي تميِّزُ الحيواناتِ من الكائناتِ الحيَّةِ الأخرى؟

٤. فيمَ تختلفُ الفقاريّاتُ عن اللافقاريّاتِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٥. إذا كانَتْ سمكةٌ تستطيعُ أن تسبحَ مسافاتٍ قصيرةً بسرعةِ 48 m في الساعةِ، فكم تستغرقُ السمكةُ لبلوغِ سمكةٍ أصغرَ تبعدُ ٣ أمتارٍ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **تطبيقُ المفاهيمِ**: اخترْ حيوانًا يثيرُ اهتمامَك. وضِّح كيفَ تعرفُ أنَّ هذا الكائنَ الحيَّ حيوانٌ.

٧. **تحديدُ العلاقاتِ**: افترضْ أنَّ حوضَ أسماكٍ معيَّنًا يحتوي على التالي: ماءٍ وموادَّ كيميائيَّةٍ وأسماكٍ وحلزوناتٍ وطحالبَ ونباتاتٍ وحصًى. أيٌّ من هذه الموادِّ كائنٌ حيٌّ؟ أيٌّ منها حيوانٌ؟ لماذا لا تُصنَّفُ بعضُ الكائناتِ الحيَّةِ كحيواناتٍ؟

القسمُ ٢

سلوكُ الحيواناتِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يوضّحُ الاختلافَ بينَ السلوكِ المتعلّمِ والسلوكِ الفطريِّ.
- يصفُ خمسةَ أنواعٍ من السلوكِ الذي يساعدُ الحيواناتِ على البقاءِ.
- يصفُ كيفَ تؤثّرُ الساعاتُ الحيويّةُ على الحيواناتِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

السلوكُ الفطريُّ
السلوكُ المتعلَّمُ
المجالُ الحيويُّ
السباتُ الشتويُّ
السباتُ الصيفيُّ
الإيقاعُ اليوميُّ

استراتيجيّةُ القراءةِ

مناقشة : اقرأ هذا القسمَ بصمتٍ. اكتبْ ما لديك من أسئلةٍ حولَه. ناقشْ أسئلتكَ في مجموعةٍ صغيرةٍ.

افترضْ أنّك تطلُّ من نافذةٍ وترى طائرًا يطيرُ بعيدًا عن شجرةٍ. هل تركَ عشَّهُ بحثًا عن الغذاءِ؟ هل فرَّ من الخطرِ؟

مع أن هدفَ الطائرِ قد لا يكونُ واضحًا، فإنه يطيرُ بعيدًا لسببٍ معيَّنٍ. تهربُ الحيواناتُ من الأعداءِ، وتبحثُ عن الغذاءِ، وتحاربُ من أجلِ المجالِ الحيويِّ، وتبني المأوى. كلُّ هذه النشاطاتِ تُعرفُ **بالسلوكِ**.

أنواعُ السلوكِ

كيفَ تعرفُ الحيواناتُ أن هناك خطرًا؟ كيفَ تعرفُ أين تجِدُ الغذاءَ؟ أحيانًا، تعرفُ الحيواناتُ بالفطرةِ كيفَ تتصرَّفُ، لكنَّها في أحيانٍ أُخرى تتعلَّمُ كيفَ تتصرَّفُ.

السلوكُ الفطريُّ

السلوكُ الذي لا يعتمدُ على تعلُّمٍ أو تجربةٍ يعرفُ **بالسلوكِ الفطريِّ** Innate behavior. السلوكُ الفطريُّ موروثٌ من خلالِ الجيناتِ. ترثُ الأبقارُ الصغيرةُ الميلَ إلى المضغِ. ويرثُ النحلُ الميلَ إلى الطيرانِ. الطيرُ الذكرُ في **الشكل ١** ورثَ الميلَ إلى جمعِ أجسامٍ ملوَّنةٍ لبناءِ عُشِّهِ. بعضٌ من السلوكِ الفطريِّ يبدأُ منذ الولادةِ. الحيتانُ المولودةُ حديثًا تملكُ قدرةً فطريَّةً على السباحةِ. وهناك سلوكٌ فطريٌّ يتطوَّرُ بعدَ شهورٍ أو سنواتٍ من الولادةِ، ومثالُه المشيُ لدى الإنسانِ. فمع أنَّه فطريٌّ لدينا، فإننا لا نمشي حتّى نبلغَ السنةَ تقريبًا.

السلوكُ المتعلَّمُ

السلوكُ الفطريُّ يمكنُ أن يتعدَّلَ. فالحيواناتُ تستخدمُ التعلُّمَ أحيانًا لتغييرِ سلوكٍ ما. **السلوكُ المتعلَّمُ** Learned behavior سلوكٌ يتمُّ تعلُّمُه من التجربةِ أو من ملاحظةِ حيواناتٍ أخرى. يرثُ الإنسانُ الميلَ إلى الكلامِ. لكنَّ اللغةَ التي نستخدمُها لا تورَّثُ. قد نتعلَّمُ العربيَّةَ أو الإنجليزيَّةَ أو لغةَ الإشارةِ. كلُّ الحيواناتِ يمكنُ أن تتعلَّمَ.



الشكل ١ ذكرُ طيرٍ يجمعُ أجسامًا ملوَّنةً لعشِّهِ كي يجذبَ أنثاه للتزاوجِ.



الشكل ٢ يصنعُ الشمبانزي الأدوات، ويستخدمُها لاستخراجِ النملِ وغذاءٍ آخرَ من أماكنَ صعبةِ المنالِ.

سلوكُ البقاءِ

تعتمدُ الحيواناتُ على سلوكِها للبقاءِ. ولكي يبقى الحيوانُ حيًّا عليه أن يقومَ بعدَّةِ أشياءَ. يجبُ أن يظلَّ بمنأى عن افتراسِه، وأن يجدَ غذاءً وماءً ومكانًا للعيش.

إيجادُ الغذاءِ

تجدُ الحيواناتُ الغذاءَ بطرقٍ عدَّةٍ. يطيرُ النحلُ من زهرةٍ إلى زهرةٍ لامتصاصِ الرحيق. تتسلَّقُ الكُوالا الأشجارَ للحصولِ على أوراقِ الكينا. حيواناتٌ، كالشمبانزي الظاهرِ في **الشكل ٢** تستخدمُ الأدواتِ للحصولِ على الغذاءِ. حيواناتٌ كثيرةٌ تصطادُ غذاءَها. البومُ، مثلاً، يصطادُ الفئرانَ.

الحيواناتُ التي تأكلُ الحيواناتِ الأخرى تُعرفُ **بالمُفترِسات**. والحيوانُ الذي يؤكلُ هو **الفريسةُ**. وحتى الحيواناتُ المفترسةُ تكونُ أحيانًا فريسةً لحيوانٍ آخرَ. الضفدعُ مثلاً يأكلُ الحشراتِ. الضفدعُ إذن مُفترسٌ. لكنَّ هذا الضفدعَ قد يأكلُهُ ثعبانٌ. في هذه الحالةِ، يكونُ الضفدعُ فريسةً.

تحديدُ المجالِ الحيويِّ

أحيانًا تضطرُّ أفرادُ النوعِ نفسِه إلى التنافسِ على الغذاءِ والإناثِ. فتقومُ بعضُ الحيواناتِ بتحديدِ مساحاتٍ توفِّرُ لها الطاقةَ لتجنُّبِ هذه المنافسة. **المجالُ الحيويُّ** Territory حيِّزٌ يشغلُه حيوانٌ واحدٌ أو مجموعةُ حيواناتٍ لا تسمحُ لأفرادٍ سواها من النوعِ نفسِه بدخولِه. تُحدِّدُ بعضُ الطيورِ مجالَها الحيويَّ بالتغريدِ. تنذرُ التغريدةُ طيورًا أُخرى بعدمِ دخولِ هذا المجالِ. إذا دخلَتْ طيورٌ أُخرى المنطقةَ، تعتمدُ الطيورُ صاحبةُ المجالِ إلى طردِها خارجًا. تستخدمُ الحيواناتُ مجالاتِها الحيويَّةَ للتزاوجِ وتربيةِ صغارِها وإيجادِ الغذاءِ.

السلوكُ الفطريُّ: سلوكٌ موروثٌ لا يعتمدُ على البيئةِ أو التجربة.

السلوكُ المتعلَّمُ: سلوكٌ يتمُّ تعلُّمُه من التجربة.

المجالُ الحيويُّ: حيِّزٌ يشغلُهُ حيوانٌ واحدٌ أو مجموعةُ حيواناتٍ، لا تسمحُ لأفرادٍ سواها من النوعِ نفسِه بدخولِه.

تحقَّقْ
ما العلاقةُ بينَ المفترسِ وفريستِه؟

العملُ الدفاعيُّ

يسمحُ السلوكُ الدفاعيُّ للحيواناتِ بحمايةِ مواردِها، بما في ذلك مجالُها الحيويُّ، من الحيواناتِ الأخرى. تدافعُ الحيواناتُ عن الغذاءِ، والإناثِ والأبناءِ. هل سبقَ أن سمعْتَ زمجرةَ كلبٍ عندَما يقتربُ شخصٌ منه أثناءَ تناولِ الغذاءِ؟ كثيرٌ من ذكورِ الحيواناتِ، كالأسودِ، تحاربُ بضراوةٍ للدفاعِ عن الإناثِ. تستخدمُ بعضُ الطيورِ أساليبَ صرفِ الانتباهِ للدفاعِ عن صغارِها. عندَما يقتربُ مفترسٌ، قد تتظاهرُ أنثى طيورِ الزقزاقِ بأن جناحَها مكسورٌ، وتبتعدُ عن صغارِها. هذا العملُ يصرفُ انتباهَ المفترسِ عن الصغارِ فتبقى آمنةً.

يساعدُ السلوكُ الدفاعيُّ الحيواناتِ أيضًا على حمايةِ نفسِها من المفترساتِ. إحدى الطرقِ التي تستخدمُها الحيواناتُ لتفادي المفترساتِ هي أن تصعِّبَ على المفترسِ رؤيتَها، كأن «يجمدَ» أرنبُ نوعٍ معيَّن في مكانِه، بحيث يتآلفُ لونُه مع محيطِ الشجيراتِ أو الأعشابِ. لكن عندَما يدركُ المفترسُ فريستَه، فإن الفريسةَ تحتاجُ إلى طريقةٍ أُخرى للدفاعِ عن نفسِها. تحاولُ الأرانبُ أن تسبقَ المفترسَ. النحلُ والنملُ والدبابيرُ تحقنُ حمضًا قويًّا في مهاجميها. ترى في **الشكل ٣** ظرابينَ ترشُّ موادَّ كيميائيَّةً مزعجةً على المفترساتِ. هل سبقَ أن دافعَ حيوانٌ عن نفسِه منك؟

المغازلة

تحتاجُ الحيواناتُ إلى إيجادِ الأزواجِ للتكاثرِ. التكاثرُ ضرورةٌ لبقاءِ النوعِ. لدى الحيواناتِ سلوكٌ خاصٌّ يساعدُها في العثورِ على الزوجِ. هذا السلوكُ يُعرفُ باسمِ **المغازلةِ**. تبني بعضُ الطيورِ والسمكِ الأعشاشَ لاجتذابِ الزوجِ. بينَما تستخدمُ الحيواناتُ الأخرى حركاتٍ وأصواتًا خاصَّةً. يُظهرُ **الشكلُ ٤** طائرَيْن يؤدّيان عرضَ مغازلةٍ.



الشكل ٤ هاتان الكركيتان الأرضيَّتان اليابانيَّتان تستخدمان رقصةَ مغازلةٍ متقنةٍ لتعلمَ إحداهُما الأخرى بالاستعدادِ للتزاوجِ.

رابط دراساتٍ اجتماعيَّةٍ

أدواتٌ دفاعيَّةٌ

يستخدمُ الناسُ أدواتٍ للدفاعِ عن بيوتِهم. يبني بعضُهم بيوتًا مرفوعةً على أعمدةٍ لبقائِها آمنةً من الفيضاناتِ. ويوقدُ آخرون نارًا دخانيَّةً لإبقاءِ الحشراتِ اللاسعةِ بعيدةً عن بيوتِهم. اكتبْ فقرةً تذكُر فيها كيفَ تبنى المنازلُ في منطقتِك لحمايةِ الناسِ من الحيواناتِ أو الطقسِ السيّئِ.

تحقَّقْ

ما الطريقتان اللتان يستخدمُهما الأرنبُ ليدافعَ عن نفسِه؟

الشكل ٣ الظرابينُ ترشُّ موادَّ كيميائيَّةً مزعجةً على المهاجمين لتحميَ نفسَها.





الشكل ٥ الحيتانُ القاتلةُ البالغةُ تعلِّمُ صغارَها في السنواتِ الأولى من حياتِها كيفَ تصطادُ.

الأبوَّة

بعضُ الحيواناتِ، كيرقاتِ الفراشاتِ، تكونُ منذُ ظهورِها قادرةً على الاعتناءِ بنفسِها. لكنَّ كثيرًا من الحيواناتِ الصغيرةِ تعتمدُ في العيشِ على آبائِها. تُجهِّزُ بعضُ الطيورِ البالغةُ الغذاءَ لصغارِها، لأنَّها لا تستطيعُ تغذيةَ نفسِها بعدَ التفقيسِ. حيواناتٌ أُخرى، كالحيتانِ القاتلةِ في **الشكل ٥**، تقضي سنواتٍ تعلِّمُ صغارَها كيف تتصيَّدُ طعامَها.

السلوكُ الموسميُّ

يرتدي الناسُ ملابسَ سميكةً عندَما تنخفضُ درجةُ الحرارةِ في الخارجِ. وكثيرٌ من الحيواناتِ أيضًا، عليها أن تتعاملَ مع البردِ القارسِ شتاءً. كما أنها قد تواجهُ نقصًا غذائيًّا في الشتاءِ. تختبئُ الضفادعُ من البردِ بحفرِ جحورٍ في الطينِ. وتخزنُ السناجيبُ الغذاءَ استعدادًا للشتاءِ. يساعدُ السلوكُ الموسميُّ الحيواناتِ على التكيُّفِ مع البيئةِ.

الهجرة

إن الكثيرَ من الحيواناتِ تتفادى الطقسَ الباردَ، بالانتقالِ إلى أماكنَ أكثرَ دفئًا. تهاجرُ هذه الحيواناتُ لإيجادِ الغذاءِ والماءِ والمآوي الآمنةِ. **الهجرةُ** رحيلٌ من مكانٍ إلى آخرَ. الحيتانُ والسلمونُ والخفافيشُ، وحتى الشمبانزي تهاجرُ. كلَّ شتاءٍ، تهاجرُ الفراشاتُ الظاهرةُ في **الشكل ٦** إلى وسطِ المكسيك آتيةً من جميعِ أنحاءِ أمريكا الشماليَّةِ. وكلَّ خريفٍ، تقطعُ طيورُ نصفِ الكرةِ الأرضيَّةِ الشماليَّ آلافَ الكيلومتراتِ. وفي الربيعيَّةِ، ترجعُ شمالاً لبناءِ الأعشاشِ.

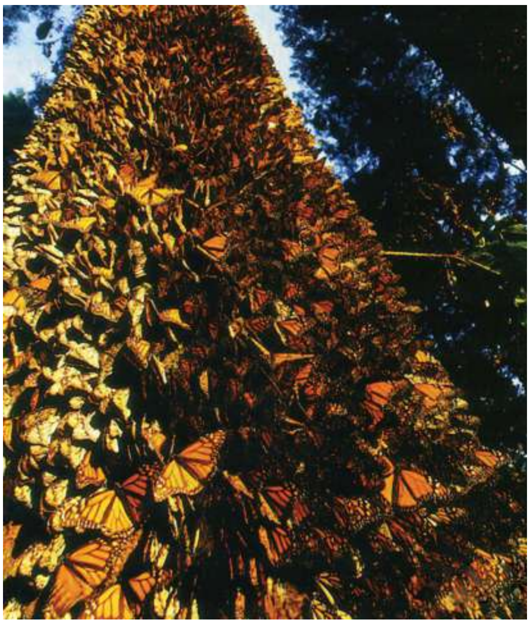
إذا كنتَ تخطِّطُ لرحلةٍ، قد تستعملُ خريطةً لذلك. لكنْ كيفَ تعرفُ الحيواناتُ وجهةَ رحيلِها؟ للرحلاتِ القصيرةِ، يعتمدُ كثيرٌ من الحيواناتِ على المعالمِ الأرضيَّةِ لإيجادِ طريقِها. **المعالمُ الأرضيَّةُ** أشياءُ ثابتةٌ يعتمدُ عليها حيوانٌ لإيجادِ طريقِه. تعتمدُ الطيورُ على معالمَ مثلِ السلاسلِ الجبليَّةِ والأنهارِ والشرائطِ الساحليَّةِ لإيجادِ طريقِها.

مختبرٌ سريعٌ

خريطةُ الهجرةِ

١. اعملْ مع زميلٍ في الصفِّ على رسمِ خريطةٍ لمدرستِك. ضمِّنْها على الأقلِّ خمسةَ معالمَ.
٢. استخدمْ **بوصلةً** لترسمَ على خريطتِك الشمالَ والجنوبَ والشرقَ والغربَ.
٣. ارسمِ الطريقَ التي ستسافرُ عليها لو كنتَ مهاجرًا من الشمالِ إلى الجنوبِ.
٤. استخدمِ المعالمَ واتّجاهاتِ البوصلةِ لوصفِ طريقِ هجرتِك.

الشكل ٦ يتجمَّعُ هذا النوعُ من الفراشاتِ في الشتاءِ، فيشغلُ كلَّ هكتارٍ ٤ ملايين فراشةٍ!





الشكل ٧ يبطأُ نشاطُ الدببةِ في الشتاءِ، لكنَّها لا تدخلُ في سباتٍ عميقٍ.

الإبطاء

تتعاملُ بعضُ الحيواناتِ مع نقصِ الغذاءِ والماءِ باللجوءِ إلى السباتِ. **السباتُ الشتويُّ** Hibernation فترةُ خمولٍ وهبوطٍ في درجةِ حرارةِ الجسمِ، تمرُّ بها بعضُ الحيواناتِ في الشتاءِ. تعيشُ الحيواناتُ في السباتِ الشتويِّ على دُهنِ الجسمِ المخزونِ. حيواناتٌ كثيرةٌ تسبتُ، بما في ذلك الفئرانُ والسناجيبُ والظرابينُ. خلالَ سباتِ الحيوانِ، تهبطُ درجةُ حرارتِهِ ومعدَّلُ نبضاتِ قلبِه وسرعةُ تنفُّسِه. بعضُ الحيواناتِ أثناءَ السباتِ تنخفضُ درجةُ حرارةِ جسمِها إلى بضعِ درجاتٍ فوقَ درجةِ التجمُّدِ، ولا تستيقظُ لأسابيعَ كاملةٍ. حيواناتٌ أُخرى، كالدبِّ الظاهرِ في **الشكل ٧**، تبطأُ أنشطتُها، لكنَّها لا تدخلُ في سباتٍ عميقٍ. كما أن درجةَ حرارةِ جسمِ الدبِّ لا تقتربُ من درجاتِ التجمُّدِ. كذلك تنامُ الدببةُ لفتراتٍ أقصرَ من مدَّةِ سباتِ الحيواناتِ الأخرى.

لا يمثِّلُ الشتاءُ الفصلَ الوحيدَ الذي يصعبُ فيه إيجادُ الموارِدِ. ذلك أنَّ الكثيرَ من السناجيبِ والفئرانِ تمرُّ ببطءٍ داخليٍّ مماثلٍ في الفترةِ الأشدِّ حرًّا من الصيفِ، عندَما ينقصُ الماءُ والغذاءُ. هذه الفترةُ من النشاطِ المخفَّضِ صيفًا تُسمّى **السباتَ الصيفيَّ** Estivation.

الساعةُ الحيويَّةُ

تحتاجُ الحيواناتُ إلى متابعةِ الوقتِ، لكي تعرفَ متى تخزنُ الغذاءَ ومتى تهاجرُ. إنّ الضبطَ الداخليَّ لدوراتِ الحيوانِ الطبيعيَّةِ يسمّى **الساعةَ الحيويَّةَ**. قد تستخدمُ الحيواناتُ مؤشِّراتٍ كطولِ النهارِ ودرجاتِ الحرارةِ «لضبطِ ساعاتِها».

تتَّبعُ بعضُ الساعاتِ الحيويَّةِ دوراتٍ يوميَّةً. هذه الدوراتُ اليوميَّةُ تُسمّى **الإيقاعاتِ اليوميَّةَ** Circadian rhythms. أكثرُ الحيواناتِ تستيقظُ وتشعرُ بالنعاسِ في الوقتِ نفسِه تقريبًا كلَّ نهارٍ وليلٍ. هذا مثالٌ على الإيقاعِ اليوميِّ.

السباتُ الشتويُّ: فترةٌ من الخمولِ والهبوطِ في درجةِ حرارةِ الجسمِ، تمرُّ بها بعضُ الحيواناتِ شتاءً كحمايةٍ من الطقسِ البارِدِ وقلَّةِ الغذاءِ.

السباتُ الصيفيُّ: فترةٌ من الخمولِ وهبوطٍ في درجةِ حرارةِ الجسمِ تمرُّ بها بعضُ الحيواناتِ صيفًا كحمايةٍ منَ الطقسِ الحارِّ وقلَّةِ الغذاءِ والماءِ.

الإيقاعُ اليوميُّ: دورةٌ حيويَّةٌ يوميَّةٌ.

رابطُ عِلمِ البيئةِ

يُرجى عدمُ الإزعاجِ

خفافيشُ كثيرةٌ تتفادى نقصَ الموادِّ الغذائيَّةِ أثناءَ الشتاءِ، بالسباتِ في الكهوفِ. قد تبدو زيارةُ كهفِ خفافيشَ خلالَ سباتِها نزهةً، لكنَّ الناسَ قد يعرِّضون الخفافيشَ للخطرِ بزيارةِ كهوفِها. تنامُ الخفافيشُ محافظةً على معدّلاتٍ منخفضةٍ لنبضاتِ القلبِ، تسمحُ لها بتوفيرِ طاقتِها إلى أن يتوفَّرَ الغذاءُ. عندَما يزورُ الناسُ الكهوفَ، قد تستيقظُ الخفافيشُ. يتطلَّبُ الاستيقاظُ كثيرًا من الطاقةِ، ويصعُبُ جدًّا على الخفافيشِ البقاءُ حتى الربيعِ لإيجادِ غذاءٍ. إذا فقدَتِ الخفافيشُ طاقةً أكثرَ مما ينبغي، قد تموتُ. قمْ بإعدادِ ملصقٍ يوضِّحُ كيف يمكنُ للناسِ أن يساعدوا الخفافيشَ على العيشِ في فصولِ الشتاءِ، بالابتعادِ عن كهوفِها.

تحقَّقْ

سمِّ ثلاثةَ حيواناتٍ تدخلُ في السباتِ الشتويِّ.

دوراتُ التغيُّرِ

بعضُ الساعاتِ الحيويَّةِ تضبطُ الدوراتِ الطويلةَ. وتكادُ الدوراتُ الموسميَّةُ تشملُ مختلفَ الحيواناتِ. حيواناتٌ كثيرةٌ تسبتُ في أوقاتٍ معيَّنةٍ من السنةِ، وتتكاثرُ في الأوقاتِ الأخرى. التكاثرُ في فصل معيَّن يستغلُّ ظروفًا بيئيَّةً تساعدُ الصغارَ على العيش. كما أن أنماطَ الهجرةِ تتحكَّمُ فيها دوراتٌ موسميَّةٌ.

تضبطُ الساعاتُ الحيويَّةُ دوراتِ التغييراتِ الداخليَّةِ أيضًا. فالحشرةُ النطّاطةُ الظاهرةُ في **الشكل ٨**، مثلاً، تمرُّ بعدَّةِ مراحلَ في الحياةِ. تبدأُ كبيضةٍ، ثمَ تفقسُ كحوريَّةٍ. بعدَ ذلك تتطوَّرُ إلى حشرةٍ بالغةٍ. أخيرًا، يظهرُ الحيوانُ البالغُ من تحت غطاءِ الحوريَّةِ.



الشكل ٨ الساعةُ الحيويَّةُ للحشرةِ النطّاطة توعزُ إلى الحيوانِ بنزعِ غطاءِ الحوريَّةِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- يصنَّفُ السلوكُ سلوكًا فطريًّا وسلوكًا متعلَّمًا. ينتقلُ السلوكُ الفطريُّ بالوراثةِ. يعتمدُ السلوكُ المتعلَّمُ على التجربة.
- السلوكُ الذي يساعدُ الحيواناتِ على البقاءِ يتضمَّنُ إيجادَ الغذاءِ وتحديدَ المجالِ الحيويِّ، والعملَ الدفاعيَّ والمغازلةَ والأبوَّةَ.
- لدى الحيواناتِ ساعاتٌ حيويَّةٌ داخليَّةٌ تتحكَّمُ في الدوراتِ الطبيعيَّةِ الداخليَّةِ والموسميَّةِ واليوميَّةِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المفرداتِ التاليةِ في جملةٍ منفصلةٍ: **المجالَ الحيويَّ، السلوكَ الفطري، الإيقاعَ اليومي**.

٢. اكتبْ بأسلوبِك تعريفًا لكلٍّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ: **السباتِ الشتويِّ، والسباتِ الصيفيِّ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. حيوانٌ يعيشُ في بيئةٍ جافَّةٍ حارَّةٍ قد يقضي الصيفَ في:
أ. السباتِ الشتويِّ.
ب. السباتِ الصيفيِّ.
ج. الهجرةِ إلى مناخٍ أدفأ.
د. ليسَ ممّا وَرَدَ أعلاه.

٤. تتحكَّمُ الساعةُ الحيويَّةُ في:
أ. الدوراتِ الموسميَّةِ.
ب. الإيقاعاتِ اليوميَّةِ.
ج. الدوراتِ الداخليَّةِ.
د. كلِّ ما وردَ أعلاه.

٥. فيمَ يختلفُ السلوكُ الفطريُّ عن السلوكِ المتعلَّمِ؟

٦. هل تسبتُ الدببةُ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

٧. سمِّ خمسةَ أنماطِ من السلوكِ تُساعدُ الحيواناتِ على البقاءِ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٨. افترضْ أنَّ الإيقاعاتِ اليوميَّةَ لحيوانٍ توعزُ إليه بأكلِ وجبةِ غذاءٍ كلَّ ٤ ساعاتٍ. ما عددُ وجباتِ الغذاءِ التي سيأكلُها الحيوانُ كلَّ يوم؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ**: علِّلْ: غالبًا ما يُواجهُ الناسُ الذين يسافرون إلى مناطقِ التوقيتِ المختلفةِ بإرهاقِ السفرِ، فيعانون مشكلةَ النومِ والاستيقاظِ في الأوقاتِ الملائمةِ.

١٠. **استدلال**: أطفالٌ كثيرون يولدون بميلٍ إلى إصدارِ أصواتٍ طفوليَّةٍ. لكنَّ قليلاً من البالغين يصدرون مثلَ هذه الأصواتِ. كيف توضِّحُ هذا التغييرَ في السلوكِ الفطريِّ؟

القسمُ ٣

العلاقاتُ الاجتماعيَّةُ

هل سبقَ أن لاحظْتَ طائرَيْنِ يطاردُ أحدهُما الآخرَ؟ قد لا يكونُ واضحًا لماذا يتصرّفانِ هكذا، لكِن من الواضحِ أنّهما يتفاعلان.

تتفاعلُ الحيواناتُ بعضُها مع بعض، كمجموعاتٍ، أو فردًا مع فردٍ. قد تعملُ معًا، أو تتنافسُ. كلُّ هذا السلوكِ يُسمّى السلوكَ الاجتماعيَّ. **السلوكُ الاجتماعيُّ** Social behavior هو التفاعلُ بينَ حيواناتٍ من النوعِ نفسِه. تعتمدُ الحيواناتُ على التواصُلِ لتفاعلاتِها الاجتماعيَّةِ.

التواصل

تخيَّلْ ما ستكونُ عليه الحياةُ إذا لم يكنِ البشرُ يستطيعون أن يتكلَّموا أو يقرأوا. لن يكونَ هناك هواتفُ ولا كتبٌ ولا إنترنت. سيكونُ العالمُ مختلفًا! اللغةُ طريقةٌ مهمَّةٌ لتواصُلِ البشرِ. في **التواصل** Communication، يجبُ أن تنتقلَ إشارةٌ من حيوانٍ إلى آخرَ، ويجبُ على لاقطِ الإشارةِ أن يستجيبَ بطريقةٍ ما. لا تستخدمُ الحيواناتُ لغةً بكلماتٍ وقواعدَ معقَّدةٍ، بل تتواصلُ بطرقٍ كثيرةٍ.

يساعدُ التواصلُ الحيواناتِ على البقاءِ. كثيرٌ من الحيواناتِ، كالذئابِ في **الشكل ١**، تتواصلُ للدفاعِ عن مجالٍ حيويٍّ ضدَّ أفرادٍ أُخرى من النوعِ نفسِه. تتواصلُ الحيواناتُ أيضًا لإيجادِ الغذاءِ، ولتحذيرِ حيواناتٍ أخرى من الخطرِ، ولتمييزِ أفرادِ العائلةِ، ولإخافةِ المفترساتِ، ولإيجادِ الأزواجِ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ أربعةَ طرقٍ تتواصلُ بها الحيواناتُ.
- يعدِّدُ ميزاتِ العيشِ في مجموعاتٍ وسلبيّاتِه.

المفرداتُ والمفاهيمُ

السلوكُ الاجتماعيُّ

التواصل

الفيرومون

استراتيجيَّةُ القراءةِ

تلخيص: اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. شكِّلْ ثنائيًا، وتناوبْ مع زميلِكَ على تلخيصِ المادَّةِ. توقَّفا لمناقشةِ الأفكارِ التي تبدو ملتبسةً.

السلوكُ الاجتماعيُّ: التفاعلُ بينَ حيواناتٍ من النوعِ نفسِه.

التواصل: نقلُ إشارةٍ أو رسالةٍ من حيوانٍ إلى آخرَ تؤدّي إلى نوعٍ من الاستجابةِ.

تحقّقْ

ما الأسبابُ الستّةُ للتواصلِ بينَ الحيواناتِ؟



الشكل ١ تعوي هذه الذئابُ محذِّرةً ذئابًا أن تقتربَ من مجالِها الذي حدَّدَتْه.

طرقُ التواصل

تتواصلُ الحيواناتُ بإرسالِ معلوماتٍ إلى حيواناتٍ أُخرى، من خلالِ الصوتِ أو اللمسِ أو الموادِّ الكيميائيَّةِ أو البصرِ. كلُّ هذه الطرقِ يمكنُ أن تستخدمَ لحملِ معلوماتٍ معيَّنةٍ.

الصوت

تتواصلُ حيواناتٌ كثيرةٌ بإصدارِ الأصواتِ: الذئابُ تعوي، وتستخدمُ الدلافينُ الصفيرَ وأصواتَ طقطقةٍ للتواصلِ مع دلافينَ أُخرى. وتغرِّدُ ذكورُ الطيورِ في الربيعِ لاستملاكِ مجالٍ حيويٍّ، أو لاجتذابِ طيورٍ للتزاوجِ.

الصوتُ إشارةٌ تصلُ إلى كثيرٍ من الحيواناتِ، على مساحةٍ واسعةٍ. وكما هو موصوفٌ في **الشكل ٢**، تستخدمُ الفيَلَةُ هديرًا بتردُّدٍ منخفضٍ للتواصلِ مع فيَلَةٍ أُخرى على بعدِ كيلومتراتٍ. وتغنّي الحيتانُ ذواتُ السنامِ أغنياتٍ تُسمعُ لكيلومتراتٍ عدَّةٍ. يَستخدمُ كلا النوعَيْن هذه الأصواتَ لإرسالِ معلوماتٍ حولَ مواقعِهما.

اللمس

تستخدمُ الحيواناتُ اللمسَ أيضًا للتواصلِ. فحيواناتُ الشمبانزي، مثلاً، غالبًا ما يعتني بعضُها ببعضٍ. تتضمَّنُ العنايةُ أن ترتاحَ الحيواناتُ معًا، بينَما تلتقطُ قطعَ الجلدِ من فراءِ بعضِها. هذا النشاطُ طريقةٌ مهمَّةٌ لتواصلِ القرودِ. تستخدمُ الشمبانزي العنايةَ ليهدِّئَ أحدُها الآخرَ ويريحَهُ. كما تعبِّرُ باللمسِ عن الصداقةِ أو الدعمِ.

الموادُّ الكيميائيَّةُ

إحدى طرقِ تواصلِ الحيواناتِ تتمُّ باستخدامِ موادَّ كيميائيَّةٍ هي **الفيرومونات** Pheromone. يفرزُ النملُ وحشراتٌ أُخرى تشكيلةً من الفيرومونات. ثمَّةَ فيرُموناتٌ تحذيريَّةٌ تحذِّرُ نملاً آخرَ من الخطرِ. وثمَّةَ فيرموناتٌ تعريفيَّةٌ لكلٍّ من الأصدقاءِ والأعداءِ، تعرِّفُ انتماءَ نملةٍ إلى مستعمرةٍ ما.

حيواناتٌ كثيرةٌ تستخدمُ الفيروموناتِ لإيجادِ الزوجِ. ومن المدهشِ أن الفيَلَةَ والحشراتِ تستعملُ بعضَ الفيروموناتِ لاجتذابِ الأزواجِ. النملُ الناريُّ، كالنملِ الظاهرِ في **الشكل ٣**، يستخدمُ الفيروموناتِ لكي يحدِّدَ أيًّا من أعضاءِ المستعمرةِ يمكنُه التكاثرُ.



الشكل ٢ تتواصلُ الفيَلَةُ بأصواتٍ منخفضةِ الذبذباتِ لا يستطيعُ الإنسانُ سماعَها. عندَما يتواصلُ الفيلُ بهذه الطريقةِ، يخفقُ الجلدُ على جبهتِه.

الفيرومون: مادَّةٌ يصدرُها الجسمُ، تجعلُ فردًا آخرَ من النوعِ نفسِه يستجيبُ لأمرٍ ما.

الشكل ٣ ملكةُ النملِ الناريِّ هذه تصنعُ فيروموناتٍ لا يستطيعُ النملُ الآخرُ في المستعمرةِ صنعَها.

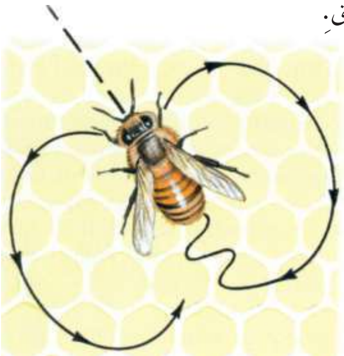


الشكل ٤ رقصُ النحل

أ تقومُ قائدةُ النحلِ بـ «رقصةِ الهزِّ» لإخبارِ النحلِ الآخرِ أينَ وجدَت الغذاءَ. تتجمَّعُ شغّالاتُ النحلِ عن قربٍ حولَ النحلةِ الراقصةِ، لمعرفةِ التفاصيلِ عن مصدرِ الغذاءِ.
تعرفُ التابعاتُ نوعَ الغذاءِ الذي وُجدَ بشمِّ حبوبِ اللقاحِ على جسمِ القائدةِ. أو قد تُخرجُ القائدةُ بعضَ الرحيقِ لكي تشمَّهُ التابعاتُ.



ب ترقصُ النحلةُ القائدةُ راسمةً شكلَ الرَّقْمِ ٨ خافقةً جناحَيْها بسرعةٍ وهازَّةً بطنَها. تُصدرُ الأجنحةُ الأصواتَ التي تبلِّغُ المعلوماتِ عن بُعدِ الغذاءِ من خليَّةِ النحلِ.
بينما تمرُّ النحلةُ بالمركزِ، تهزُّ بطنَها. عددُ هزّاتِ البطنِ يخبرُ النحلاتِ الأخرياتِ عن بُعدِ الرحيقِ.
واتّجاهُ الخطِّ المركزيِّ لشكلِ الرَّقْمِ ٨ يخبرُ النحلاتِ الأخرياتِ عن الاتّجاهِ من خليَّةِ النحلِ إلى الرحيقِ.



البصر

تستخدمُ الحيواناتُ أيضًا التواصلَ البصريَّ. عندَما نبتسمُ لصديقٍ، نكونُ قد بعثْنا برسالةٍ بصريَّةٍ **بلغةِ الجسمِ**. وكما هو معروضٌ في **الشكلِ ٤**، يستخدمُ النحلُ لغةَ الجسمِ، بالإضافةِ إلى أشكالٍ أخرى من التواصلِ، لنشرِ الأخبارِ حولَ الغذاءِ.

تُبلِغُ لغةُ الجسمِ كثيرًا من الأفكارِ. الحيوانُ الذي يريدُ إخافةَ حيوانٍ آخرَ، قد ينفشُ ريشَه ليبدوَ أكبرَ حجمًا، أو قد يُظهرُ أسنانَه للتهديدِ. تُستخدمُ العروضُ البصريَّةُ أيضًا في التغازلِ. فثمّةَ يراعاتٌ تُصدرُ إشاراتٍ ضوئيَّةً لاجتذابِ بعضِها بعضًا. تستخدمُ الحيواناتُ أيضًا لغةً جسميَّةً عندَما تلعبُ. الكلبُ في **الشكلِ ٥** ينحني لإظهارِ بأنّه يريدُ اللعبَ.

تحقَّقْ
كيف يستخدمُ النحلُ لغةَ الجسمِ؟



الشكل ٥ يمدِّدُ هذا الكلبُ رجلَيْه الأماميَّتين تعبيرًا عن رغبتِه في اللعبِ.

العيشُ الجماعيُّ

يعيشُ النمرُ بمفردِهِ، إلا حينَ تكونُ أنثى النمرِ مع صغارِها. ونادرًا ما يقابلُ نمرٌ نمورًا أُخرى. رغمَ ذلك فإن أقربَ الحيواناتِ إلى النمرِ، أي الأسدَ، نادرًا ما يكونُ وحدَهُ. تعيشُ الأسودُ في مجموعاتٍ. تنامُ معًا، وتصطادُ معًا، وتربّي صغارَها معًا. لماذا تعيشُ بعضُ الحيواناتِ في مجموعاتٍ، ويعيشُ بعضُها الآخرُ منفردًا؟

منافعُ العيشِ في مجموعاتٍ

قد يكونُ العيشُ في مجموعاتٍ أكثرَ أمانًا من العيشِ المنفردِ. تستطيعُ المجموعاتُ الكبيرةُ أن تكتشفَ أيَّ مفترسٍ بسرعةٍ، لأنّ لديها كثيرًا من العيونِ التي تترقَّبُ الخطرَ. وكما هو ظاهرٌ في **الشكلِ ٦**، يمكنُ لحيوانٍ واحدٍ

أن يحذّر من الخطرِ حيواناتٍ كثيرةً. كذلك تعملُ المجموعاتُ معًا للدفاعِ عن نفسِها. فثيرانُ المسكِ المهدَّدةُ، مثلاً، تحيطُ بصغارِها موجِّهَةً قرونَها إلى الخارجِ.

العيشُ الجماعيُّ يساعدُ الحيواناتِ أيضًا عل إيجادِ الغذاءِ. فالحيواناتُ التي تصطادُ منفردةً تقتلُ عادةً حيواناتٍ أصغرَ منها فقطْ. وعلى عكسِ ذلك، تستطيعُ المفترساتُ، كالأسودِ والذئابِ، التي تطاردُ في مجموعاتٍ، أن تقتلَ فريسةً أكبرَ.



الشكل ٦ سنجابٌ أرضيٌّ يُصدِرُ صفيرَ إنذارٍ مرتفعًا لتحذيرِ السناجيبِ الأرضيَّةِ الأخرى من اقترابِ الخطرِ.

الجانبُ السلبيُّ للعيشِ في مجموعاتٍ

العيشُ في مجموعاتٍ يسبِّبُ مشكلاتٍ بالمقابلِ. فالحيواناتُ التي تعيشُ في مجموعاتٍ كبيرةٍ سوف تتنافسُ على الغذاءِ والإناثِ. والمنطقةُ التي تحتوي على غذاءٍ كافٍ لحيوانٍ واحدٍ، قد لا تحتوي على ما يكفي من الغذاءِ لمجموعةٍ من الحيواناتِ. في هذه الحالاتِ، لابُدَّ أن تتنقَّلَ المجموعاتُ بحثًا عن الغذاءِ. كما أن الحيواناتِ في المجموعاتِ تجذبُ المفترساتِ، لذلك يجبُ أن تكونَ في مراقبةٍ دائمةٍ. والعيشُ في مجموعةٍ يساهمُ في انتشارِ الأمراضِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- تتواصلُ الحيواناتُ معًا. يجبُ أن يتضمَّنَ التواصلُ الإشارةَ والاستجابةَ.
- تتواصلُ الحيواناتُ بواسطةِ الموادِّ الكيميائيَّةِ أو اللمسِ أو الصوتِ أو البصرِ.
- الحيواناتُ التي تعيشُ في مجموعاتٍ يمكنُها اكتشافُ الفرائسِ أوالمفترساتِ بسهولةٍ أكثرَ. لكنَّ العيشَ في مجموعةٍ يزيدُ المنافسةَ على الطعامِ والإناثِ وجذبِ انتباهِ المفترساتِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المفرداتِ التاليةِ في جملةٍ منفصلةٍ: **السلوكِ الاجتماعيِّ** و**التواصلِ**.

٢. اكتبْ بأسلوبِكَ تعريفًا للمفردةِ التاليةِ: **الفيرومون**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. أيٌّ من التالي **ليسَ** مثالاً على السلوكِ الاجتماعيِّ؟

أ. عواءُ ذئبٍ على ذئابٍ بعيدةٍ لحمايةِ منطقتِهِ.

ب. اختباءُ أرنبٍ من مفترسٍ.

ج. تحذيرُ سنجابٍ لسناجيبَ أُخرى من الخطرِ بإصدارِ صوتٍ.

د. اشتراكُ مجموعةٍ من الأسودِ لصيدِ فريسةٍ.

٤. اذكرْ أربعَ طرقٍ تتواصلُ بها الحيواناتُ معًا. هاتِ مثالاً على كلِّ نوعٍ من التواصلِ.

٥. قارنْ بين سلبيّاتِ وإيجابيّاتِ العيشِ في مجموعةٍ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. كم من الزمنِ يستغرقُ طيرانُ نحلةٍ تطيرُ بسرعةِ 6 km/h للوصولِ إلى زهرةٍ على بعدِ 1.2 km/h من خليَّةِ النحلِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: لماذا في رأيكَ يعيشُ البشرُ معًا؟

٨. **تحديدُ العلاقاتِ**: اللغةُ ليسَت الطريقةَ الوحيدةَ للتواصلِ بينَ الناسِ. صفْ كيفَ نستعملُ الصوتَ واللمسَ والموادَّ الكيميائيَّةَ والبصرَ للتواصلِ.

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. اكتبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلٍّ من المفرداتِ التاليةِ: **الجنين، المُستهلِك، الفيرومون.**

٢. استخدم المفرداتِ التاليةَ في جملةٍ واحدةٍ: **السباتَ الشتويَّ، السباتَ الصيفيَّ، الإيقاعَ اليوميَّ.**

وضِّحْ في كلِّ زوجٍ من المفرداتِ، اختلافَ معنيَيِ المفردتَيْن.

٣. **السلوكُ الاجتماعيُّ والتواصلُ.**

٤. **السلوكُ الفطريُّ والسلوكُ المتعلّمُ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٥. أيٌّ من التالي ميزةٌ لكلِّ الحيواناتِ؟

أ. تكاثرُها اللاجنسيُّ.

ب. إنتاجُها لغذائِها بنفسِها.

ج. لها عدَّةُ أجزاءٍ متخصِّصةٍ.

د. عدمُ قدرتِها على التنقُّلِ.

٦. السلوكُ الفطريُّ:

أ. يمكنُ أن يتغيَّرَ.

ب. يجبُ أن يتمَّ تعلُّمُه من الآباءِ.

ج. يبدأُ دائمًا منذُ الولادةِ.

د. لا يعتمدُ على تعلُّمٍ أو تجربةٍ.



٧. الهجرةُ:

أ. تحدثُ فقط لدى الطيورِ.

ب. تساعدُ الحيواناتِ على تجنُّبِ البردِ ونقصِ الغذاءِ في الشتاءِ.

ج. تشيرُ دائمًا إلى الانتقالِ جنوبًا في الشتاءِ.

د. طريقةٌ للدفاعِ ضدَّ المُفترساتِ.

٨. تضبطُ الساعةُ الحيويَّةُ:

أ. الإيقاعاتِ اليوميَّةَ.

ب. السلوكَ الدفاعيَّ.

ج. السلوكَ المتعلَّمَ.

د. كونَ الحيوانِ مُستهلِكًا.

٩. عيشُ الحيواناتِ في مجموعاتٍ:

أ. أكثرُ أمانًا على الدوامِ من عيشِها منفردةً.

ب. يجذبُ انتباهَ المفترساتِ.

ج. يمنعُها من قتلِ الفريسةِ الكبيرةِ.

د. يقلِّلُ التنافسَ على الأزواجِ والطعامِ.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٠. ما المجالُ الحيويُّ؟ هاتِ مثالاً على مجالٍ حيويٍّ من بيئتِك.

١١. أيٌّ من المعالمِ يُساعدُك على الاهتداءِ إلى بيتِك من المدرسةِ؟

١٢. ما أنواعُ السلوكِ الخمسةِ التي قد تستخدمُها الحيواناتُ للبقاءِ؟

١٣. ما المشتركُ بينَ الهجرةِ والسباتِ الشتويِّ؟

١٤. صفِ الاختلافاتِ بينَ الفقاريّاتِ واللافقاريّاتِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

١٥. **خريطةُ المفاهيمِ:** استخدمِ المفرداتِ التاليةَ لرسمِ خريطةِ مفاهيمَ: حيواناتٍ، سلوكَ بقاءٍ، هجرةً، سلوكًا دفاعيًّا، إيجادَ الغذاءِ، سلوكًا موسميًّا، تحديدَ المجالِ الحيويِّ، السباتَ الصيفيَّ، السباتَ الشتويَّ، أبوّةً، مغازلةً.

١٦. **تحليلُ العمليَّاتِ:** إذا رأيْتَ ظربانًا يرفعُ ذيلَهُ تجاهَكَ وأنتَ تركبُ درّاجةً، تستديرُ وتتَّخذُ مسارًا جديدًا. هل تواصلَ الظربانُ معكَ؟ أوضِحْ إجابتَكَ.

١٧. **استدلالٌ:** يعتمدُ النملُ على الفيرومونِ واللمسِ في التواصلِ، لكنَّ الطيورَ تعتمدُ أكثرَ على النظرِ والصوتِ. لماذا يكونُ لدى نوعَيِ الحيواناتِ هذَيْنِ أشكالٌ مختلفةٌ للتواصلِ؟

١٨. **تحليلُ الأفكارِ:** لدى الناسِ ساعاتٌ حيويَّةٌ داخليَّةٌ. لكنَّهم تعوّدوا متابعةَ الوقتِ باستخدامِ الساعاتِ والتقويمِ الزمنيِّ. لماذا تعتقدُ أنَّ الناسَ يستخدمونَ هذه الأدواتِ، إذا كانَ لديهم ساعاتٌ داخليَّةٌ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

تبيِّنُ الصورةُ الظاهرةُ أدناهُ بعضَ الأعضاءِ الداخليَّةِ لسمكةٍ. استخدمْها للإجابةِ عن الأسئلةِ التاليةِ.



١٩. ما الميزاتُ التي تدلُّ على أنّ هذا الكائنَ الحيَّ حيوانٌ؟

٢٠. ما العلاماتُ التي تشيرُ إلى أعضاءِ الحيوانِ؟ سمِّ أعضاءً يمكنُك أن تتعرَّفَها.

٢١. هل تشيرُ أيُّ علاماتٍ إلى أنسجةِ الحيوانِ؟ وضِّحْ إجابتَك.

٢٢. هل هذا الحيوانُ من الفقاريّاتِ أم من اللافقاريّاتِ؟ وضِّحْ إجابتَك.

الفصل ٥

الأسماكُ والبرمائيّاتُ والزواحفُ

الفكرةُ الرئيسةُ

الحيواناتُ، كالأسماكِ والبرمائيّاتِ والزواحفِ فقاريّاتٌ لأنّها تمتلكُ عمودًا فقريًّا.

القسم

حولَ الصورةِ

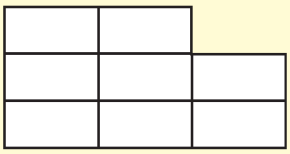
هذا التمساحُ غيرُ المحظوظِ لا بدَّ أنه كانَ ندًّا للأفعى. لكنَّ قوّةَ جسمِ الأفعى تغلّبتْ بطريقةٍ ما على فكّيِ التمساحِ العضليّيْنِ. لكلٍّ من هذينِ الحيوانَيْنِ سماتٌ فريدةٌ تجعلُ منه حيوانًا مفترسًا قويًّا. غير أن هذه الحيواناتِ لها، كزواحفَ، الكثيرُ من السماتِ المشتركةِ. مثلاً: كلٌّ من هذَيْنِ الحيوانَيْنِ مغطًّى بجلدٍ سميكٍ، ولديه رئتانِ يستخدمُهما للتنفُّسِ.



نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

جدولُ مقارنة قبلَ أنْ تبدأ بقراءةِ الفصلِ، قمْ بإعدادِ **جدولِ المقارنةِ**. وعنونِ الأعمدةَ بـ: «أسماك»، «برمائيّات»، «زواحف». عنونِ الصفَّيْنِ بـ «ميزات» و«أصناف». واملأ الجدولَ، وأنت تقرأُ الفصلَ، بتفاصيلَ تبيِّنُ ميزاتِ كلِّ حيوانٍ وأنواعَه.





نشاطٌ استهلاليٌّ

زيتٌ وماءٌ

يخزنُ القرشُ الكثيرَ من الزيتِ في كَبِدِه. في هذا النشاطِ، تصنعُ نموذجَ كَبِدٍ زيتيٍّ، لترى كيف يمكنُ لكَبِدٍ زيتيٍّ أن يساعدَ على سباحةِ القرشِ في أعماقٍ مختلفةٍ.

الخطوات

١. استخدمْ **وعاءَيْن** لقياسِ كمّيّاتٍ متساويةٍ من **الماءِ** و**زيتِ الطبخ**.

٢. استخدمْ **قمعًا** لمَلْءِ **بالونٍ** بالماءِ الذي قِسْتَه.

٣. استخدمِ القمعَ لملءِ **بالونٍ ثانٍ** بزيتِ الطَّبْخِ.

٤. اربطِ البالونَيْنِ بحيثُ لا يبقى فيهما هواء. كنْ حَذِرًا، وتجنَّبْ أن تضغطَ الزيتَ أو الماءَ لئلاّ ينسكبا من البالونَيْنِ أثناءَ ربطِهما.

٥. ضعْ كلَّ بالونٍ في **حوضِ أسماكٍ** مليءٍ **بالماءِ**. لاحظْ ما يحدُثُ لكلٍّ من البالونَيْنِ.

التحليل

١. قارنْ بين مُوقَعي البالونَيْنِ في حوضِ الماءِ.

٢. كيف يساعدُ القرشَ كبدُهُ الزيتيُّ على تجنُّبِ الغرقِ؟

٣. لماذا، في رأيك، يجبُ إزالةُ الهواءِ من البالوناتِ قبل وضعِها في الماءِ؟ ماذا يحدُثُ إذا لم يُزَلِ الهواءُ من البالوناتِ؟

القسم ١

الأسماكُ: الفقاريّاتُ الأولى

لعلَّكَ رأيتَ هيكلاً عظميًّا لديناصور في متحفٍ. ويرجَّحُ أنَّكَ رأيتَ الكثيرَ من الأسماكِ. هل سبقَ أن فكّرتَ في شيءٍ مشتركٍ بينكَ وبين هذه الحيواناتِ، أو في شيءٍ مشتركٍ فيما بينها؟

للهياكلِ العظميَّةِ في الإنسانِ والأسماكِ، الكثيرُ من العظامِ الشبيهةِ بعظامِ الديناصور. عظامُ بعضِ الديناصوراتِ تتميَّزُ بأنَّها أكبرُ ليسَ إلاّ. هذه الهياكلُ العظميَّةُ جميعُها لها أعمدةٌ فَقَريَّةٌ. الحيواناتُ التي لها أعمدةٌ فَقَريّةٌ تُسمّى **الفقاريّات** Vertebrates.

الحَبْليّات

تنتمي الفقاريّاتُ إلى شُعبةِ الحبليّاتِ. تشكِّلُ الفقاريّاتُ المجموعةَ الكبرى بين الحبليّات. وهناك مجموعتان أُخريان من الحبليّاتِ هما: الرأسُ حبليّاتٍ، والذيلُ حبليّاتٍ. هذه الحبليّاتُ أبسطُ بكثيرٍ من الفقاريّاتِ. إذ ليسَ لديها عمودٌ فقريٌّ. يظهرُ **الشكلُ ١** مثالاً على كلِّ طائفةٍ من الحبليّاتِ.

تشتركُ المجموعاتُ الثلاثُ من الحبليّاتِ في بعضِ الخصائص. جميعُ الحبليّاتِ يكونُ لها جزءٌ واحدٌ أو أكثرُ من أربعةِ أجزاءٍ جسميَّةٍ معيَّنةٍ في وقتٍ ما من حياتِها. هذه الأجزاءُ ظاهرةٌ في السهيمِ الظاهرِ في **الشكلِ ٢** على الصفحةِ التاليةِ.

مؤشّراتُ الأداءِ

- يعدّدُ أجزاءَ الجسمِ الأربعةَ المشتركةَ للحبليّاتِ.
- يصفُ الميزاتِ الرئيسةَ للفقاريّاتِ.
- يوضّحُ الفروقَ بين ذواتِ الدمِ الحارِّ وذواتِ الدمِ البارِدِ.
- يصفُ الميزاتِ الأربعَ المشتركةَ بينَ الأسماكِ.
- يصفُ الطوائفَ الثلاثَ للأسماكِ، ويذكرُ مثالاً على كلٍّ منها.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الفقاريّ
الحيواناتُ ذواتُ الدمِ الحارِّ
الحيواناتُ ذواتُ الدمِ البارِدِ
الخطُّ الجانبيُّ
الخيشوم
المثانةُ الهوائيَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: ارسمْ، وأنتَ تقرأُ هذا القسمَ، خريطةَ مفاهيمَ باستخدامِ المفرداتِ الواردةِ أعلاه.

الفقاريّات: حيواناتٌ لها عمودٌ فقريٌّ.



الشكل ١ الأسيديا (يسارًا) ذيلُ حبليّات. السهيمُ (أسفلَ اليسارِ)، من رأسِ حبليّاتٍ، والسمكةُ (يمينًا)، فقاريّاتٍ.

الشكل ٢ أجزاءُ جسمِ الحيوانِ الحبليِّ

الذيل

لدى الحبليّاتِ ذيلٌ يبدأُ خلفَ الشرجِ. ولدى بعضِها ذيلٌ يوجدُ في مرحلةِ الجنينِ فقط.

الحبلُ الظهريُّ

قضيبٌ صُلْبٌ لكنْ مرِنٌ يُسمّى الحبلَ الظهريَّ، وهو يدعَمُ الجسمَ. وعند أكثرِ الفقاريّاتِ، يحلُّ محلَّ الحبلِ الظهريِّ الجنينيِّ عمودٌ فقريٌّ.

الحبلُ العصبيُّ المجوَّفُ

حبلٌ عصبيٌّ مجوَّفٌ يمتدُّ بطولِ الظهرِ وهو مليءٌ بالسائلِ. عند الفقاريّاتِ، يُسمّى هذا الحبلُ العصبيُّ الحبلَ الشوكيَّ.

الجيوبُ البلعوميَّةُ

لدى كلِّ أجنّةِ الحبليّاتِ جيوبٌ بلعوميَّةٌ. تتطوَّرُ هذه الجيوبُ إلى خياشيمَ أو إلى أجزاءٍ أخرى من الجسمِ أثناءَ نُضْجِ الجنينِ.



خصائصُ الفقاريّاتِ

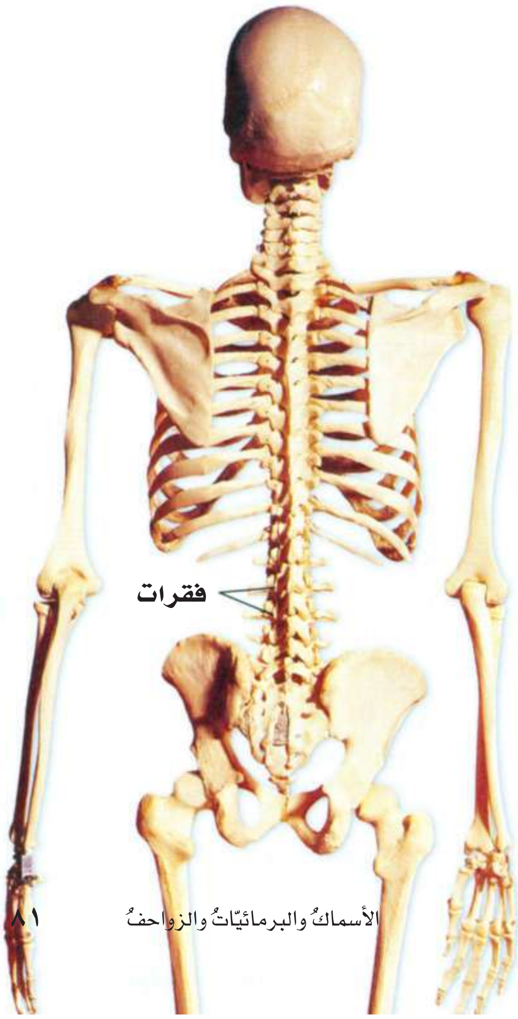
الأسماكُ والبرمائيّاتُ والزواحفُ والطيورُ والثدييّاتُ، كلُّها فقاريّاتٌ. ما يميِّزُ الفقاريّاتِ من الرأسِ حبليّاتٍ والذيل حبليّاتٍ هو أن الفقاريّاتِ وحدَها لها عمودٌ فقريٌّ. العمودُ الفقريُّ عمودٌ قويٌّ لكنْ مَرِنٌ، مكوَّنٌ من عظامٍ تُسمّى **الفقراتِ**. يُظهِرُ **الشكلُ ٣** فقراتِ إنسانٍ. تحيطُ الفقراتُ بالحبلِ الشوكيِّ وتحميه. وتساعدُ أيضًا على دعمِ بقيَّةِ الجسمِ.

الاختلافُ الآخرُ بينَ الفقاريّاتِ والحبليّاتِ الأخرى هو الرأسُ. لدى الفقاريّاتِ رأسٌ جيِّدُ التطوُّرِ تحميهِ جمجمةٌ. تتكوَّنُ الجمجمةُ من غُضْروفٍ أو عظمٍ. **الغُضْروفُ** مادَّةٌ متماسكةٌ تشكِّلُ الأجزاءَ المرنةَ من آذانِنا وأنوفِنا. وتتكوَّنُ هياكلُ جميعِ أجنَّةِ الفقاريّاتِ من الغضروفِ. لكنْ أثناءَ النموِّ، يحلُّ العظمُ محلَّ الغضروفِ، عندَ أكثرِ الفقاريّاتِ. العظمُ أصلبُ بكثيرٍ من الغضروفِ.

تحقَّقْ

ما المادّةُ التي تكوِّنُ هيكلَ جنينِ الإنسانِ؟

الشكل ٣ الفقراتُ تتشابكُ لتكوِّنَ العمودَ الفقريَّ.



هل درجةُ حرارةِ أجسامِ الفقاريّاتِ ثابتةٌ أم متغيِّرةٌ؟

تحتاجُ كلُّ الفقاريّاتِ إلى العيشِ عندَ درجةِ حرارةٍ مناسبةٍ. تعملُ خلايا الحيوانِ بشكلٍ جيِّدٍ فقط عندَ درجاتِ حرارةٍ معيَّنةٍ. إذا كانَتْ درجةُ حرارةِ جسمِ الحيوانِ مرتفعةً جدًّا أو منخفضةً جدًّا، لا يستطيعُ جسمُهُ العملَ بشكلٍ فعّالٍ. تحافظُ بعضُ الحيواناتِ على درجةِ حرارةِ أجسامِها ثابتةً. وتعتمدُ حيواناتٌ أخرى على البيئةِ لضبطِ درجةِ حرارتِها.



الشكل ٤ أكثرُ الأسماكِ، بما فيها تِنِّينُ البحرِ الورقيُّ هذا، من ذواتِ الدمِ البارِدِ.

الحيواناتُ ذواتُ الدمِ الحارِّ: حيواناتٌ يمكنُها أن تستخدمَ الحرارةَ الناتجةَ من تفاعلاتٍ كيميائيَّةٍ في خلايا جسمِها للمحافظةِ على درجةِ حرارةِ جسمٍ ثابتةٍ.

الحيواناتُ ذواتُ الدمِ البارِدِ: حيواناتٌ تحتاجُ إلى مصادرِ حرارةٍ من خارجِ جسمِها.

الحيواناتُ ذواتُ الدمِ الحارِّ

لا تتغيَّرُ درجةُ حرارةِ أجسامِ الطيورِ والثدييّاتِ كثيرًا مع تغيُّرِ درجةِ الحرارةِ في البيئةِ. تَستخدِمُ الطيورُ والثدييّاتُ طاقةً تنتجُها تفاعلاتٌ كيميائيَّةٌ في خلاياها لتحافظَ على درجةِ حرارةِ أجسامِها ثابتةً. الحيواناتُ التي لديها درجةُ حرارةِ الجسمِ مستقرَّةٌ تُسمّى **الحيواناتِ ذواتِ الدمِ الحارِّ** Endotherms. وبسببِ درجةِ حرارتِها المستقرَّةِ، يمكنُ أن تبقى درجةُ حرارةِ جسمِها ثابتةً بغضِّ النظرِ عن درجةِ حرارةِ الوسطِ الذي تعيشُ فيه.

ذواتُ الدمِ البارِدِ

تعتمدُ بعضُ الحيواناتِ على بيئتِها المحيطةِ بها لتحافظَ على دفئِها. تتغيَّرُ درجةُ حرارةِ أجسامِها مع تغيُّرِ درجةِ حرارةِ البيئةِ. والحيواناتُ، التي لا تتحكَّمُ في درجةِ حرارةِ الجسمِ بواسطةِ نشاطٍ في خلاياها، تُسمّى **الحيواناتِ ذواتِ الدمِ البارِدِ** Ectotherms. ومنها، البرمائيّاتُ والزواحفُ جميعُها وأكثرُ الأسماكِ، كهذهِ الظاهرةِ في **الشكلِ ٤**.

خصائصُ الأسماكِ

للأسماكِ كثيرٌ من الأشكالِ والحجومِ والألوانِ. يوجدُ أكثرُ من ٢٥ ٠٠٠ نوعٍ من الأسماكِ. ويبدو الكثيرُ منها مختلفًا جدًّا بعضُهُ عن بعضٍ. لكنَّ الأسماكَ كلَّها تتشاركُ في عدَّةِ ميزاتٍ. تسمحُ بعضُ الخصائصِ للأسماكِ بالعيشِ في الماءِ. وتساعدُ خصائصُ أُخرى، كالجسمِ القويِّ والدماغِ، الأسماكَ على إيجادِ الغذاءِ.

مختبرٌ سريعٌ

درجةُ حرارةِ الجسمِ

١. استخدِمْ **مقياسَ حرارةٍ** لقياسِ درجةِ حرارتِك كلَّ ساعةٍ لمدَّةِ ٦ ساعاتٍ.
٢. أنشِئْ رسمًا بيانيًّا لدرجةِ حرارةِ جسمِك. سجِّلِ الوقتَ على المحورِ x ودرجةَ حرارتِك على المحورِ y.
٣. هل تتغيَّرُ درجةُ حرارتِك خلالَ اليومِ؟ ما مقدارُ تغيُّرِها؟
٤. هل تعتقدُ أن التمرينَ الرياضيَّ يغيِّرُ درجةَ حرارةِ جسمِك؟
٥. في رأيِك هل، ستختلفُ نتائجُكَ لو كنتَ من ذواتِ الدمِ البارِدِ؟

تحقَّقْ

كيفَ تتغيَّرُ درجةُ حرارةِ الجسمِ عندَ أكثرِ الأسماكِ، إذا ارتفعَتْ درجةُ حرارةِ البيئةِ؟

السباحة

لدى الأسماكِ في أجسامِها عِدَّةُ أجزاءٍ تساعدُها على السباحةِ. تتيحُ العضلاتُ القويَّةُ المرتبطةُ بالعمودِ الفقريِّ لكثيرٍ من الأسماكِ السباحةَ بسرعةٍ خلفَ فريستِها. وتستخدمُ الأسماكُ **الزعانف**، للتوجُّهِ والتوقُّفِ والتوازنِ. وهي تراكيبُ تساعدُ الأسماكَ على التحرُّكِ. ولدى الكثيرِ من الأسماكِ أجسامٌ مغطاةٌ بتراكيبَ عظميَّةٍ تُسمّى **القشور**. تحمي القشورُ الجسمَ، وتخفِّفُ الاحتكاكَ عندما تسبحُ الأسماكُ عبرَ المياهِ. يُظهِرُ **الشكل ٥** أجزاءً من جسمِ السمكةِ.

الإحساسُ بالبيئةِ

للسمكةِ دماغٌ يتابعُ المعلوماتِ التي تأتيها من أعضاءِ الحسِّ. والأسماكُ جميعُها تتمتعُ بحواسِّ النظرِ والسمعِ والشمِّ. ولدى أكثرِ الأسماكِ أيضًا جهازُ الخطِّ الجانبيِّ. **الخطُّ الجانبيُّ** Lateral line صفٌّ أو صفوفٌ من أعضاءِ الحسِّ الصغيرةِ جدًّا التي تكتشفُ اهتزازاتِ الماءِ، كالاهتزازاتِ التي تسبِّبُها سمكةٌ أخرى تسبحُ في الجوارِ. توجدُ هذه الأعضاءُ على طولِ جانبَي الجسمِ، وتمتدُّ عادةً حتّى الرأسِ.

التنفُّسُ تحتَ الماءِ

تستخدمُ الأسماكُ خياشيمَها للتنفُّسِ. **الخَيْشومُ** Gill عضوٌ يأخذُ الأكسجينَ من الماءِ. يمرُّ الأكسجينُ الذائبُ في الماءِ عبرَ الغشاءِ الرقيقِ للخياشيمِ إلى الدمِ. يحملُ الدمُ الأكسجينَ وينتقلُ به في أنحاءِ الجسمِ. تُستخدَمُ الخياشيمُ أيضًا لإزالةِ ثاني أكسيدِ الكربونِ من الدمِ.

رابطُ فيزياء

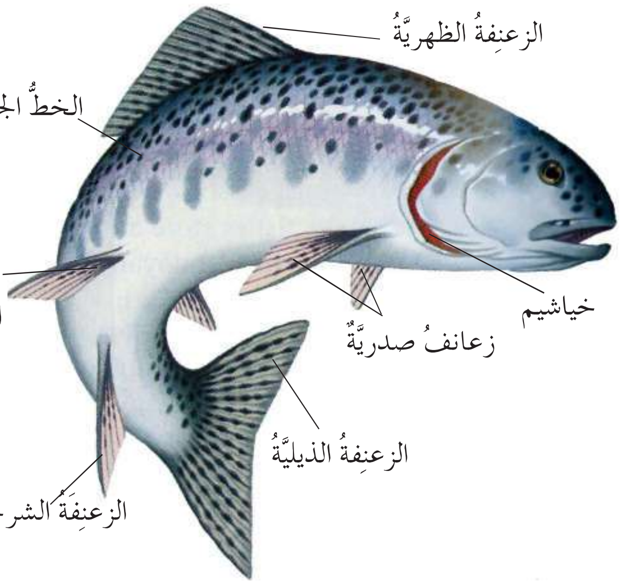
كيف ترى السمكةُ العالمَ؟

يجبُ أن تحرِّكَ عدسةً مكبِّرةً ذهابًا وإيابًا لتركيزِ صورةِ أيِّ جسمٍ. بالطريقةِ نفسِها تركِّزُ عيونُ السمكِ على الأجسامِ.

تستخدِمُ الأسماكُ عضلاتٍ لتغييرِ مواقعِ العدساتِ في عيونِها. بتحريكِ عدساتِ العينينِ، يستطيعُ السمكُ أن يركِّزَ على الأجسامِ. لكي تفهمَ كيف يرى السمكُ العالمَ، استخدمِ العدسَةَ المكبِّرةَ للنظرِ إلى الأجسامِ في قاعةِ الصفِّ.

الخطُّ الجانبيُّ: خطٌّ ضعيفٌ مرئيٌّ على كلا جانبَيْ جسمِ السمكةِ، يمتدُّ على طولِ الجسمِ ويدلُّ على مواقعِ أعضاءٍ حسّيّةٍ تكتشفُ الاهتزازاتِ في الماءِ.

الخَيْشوم: عضوٌ تنفُّسيٌّ تحصُلُ فيه مبادلةُ أكسجينٍ من الماءِ بثاني أكسيدِ الكربونِ من الدمِ.



الشكل ٥ للأسماكِ كثيرٌ من الأشكالِ والحجومِ، لكنَّ جميعَ الأسماكِ ذاتُ خياشيمَ وزعانفَ وذيلٍ.

التكاثر

أكثرُ الأسماكِ تتكاثرُ **بالإخصابِ الخارجيِّ**. تَضَعُ الأنثى بيضًا غيرَ مخصَّبٍ في الماءِ، ويُسقِطُ الذكَرُ عليها خلاياهُ الذكريَّةَ. لكنَّ بعضَ أنواعِ السمكِ تستخدِمُ **الإخصابَ الداخليَّ**. في هذه الحالةِ، يَضَعُ الذكرُ خلاياهُ الذكريَّةَ داخلَ الأنثى. ثم تَضَعُ الأنثى بيضًا في داخِلِه أجنَّةٌ. وفي بعضِ الأنواعِ، يتطوَّرُ الجنينُ داخلَ جسمِ السمكةِ الأنثى.

أنواعُ الأسماكِ

تُقسمُ الأسماكُ الموجودةُ حاليًّا إلى ثلاثِ طوائفَ، هي: **الأسماكُ عديمةُ الفكوكِ**، و**الأسماكُ الغضروفيَّةُ**، و**الأسماكُ العظميَّةُ**.

الأسماكُ عديمةُ الفكوكِ

أنواعُ الأسماكِ عديمةِ الفكوكِ الحديثةِ هي الجرّيفُ والجلكي الظاهرانِ في **الشكلِ ٦**. لدى هذه الأسماكِ فمٌ مستديرٌ عديمُ الفكوكِ. ويتكوَّنُ هيكلُها من الغضروفِ، ولديها حبلٌ ظهريٌّ، ولكن ليسَ لها عمودٌ فقريٌّ.

تحقَّقْ

صِفْ كيفَ تأكلُ الأسماكُ عديمةُ الفكوكِ؟

الشكل ٦ الأسماكُ عديمةُ الفكوكِ

يمكنُ أن تعيشُ أسماكُ **الجلكي** في الماءِ المالحِ أو الماءِ العذبِ، لكنَّها تتكاثرُ في الماءِ العذبِ.



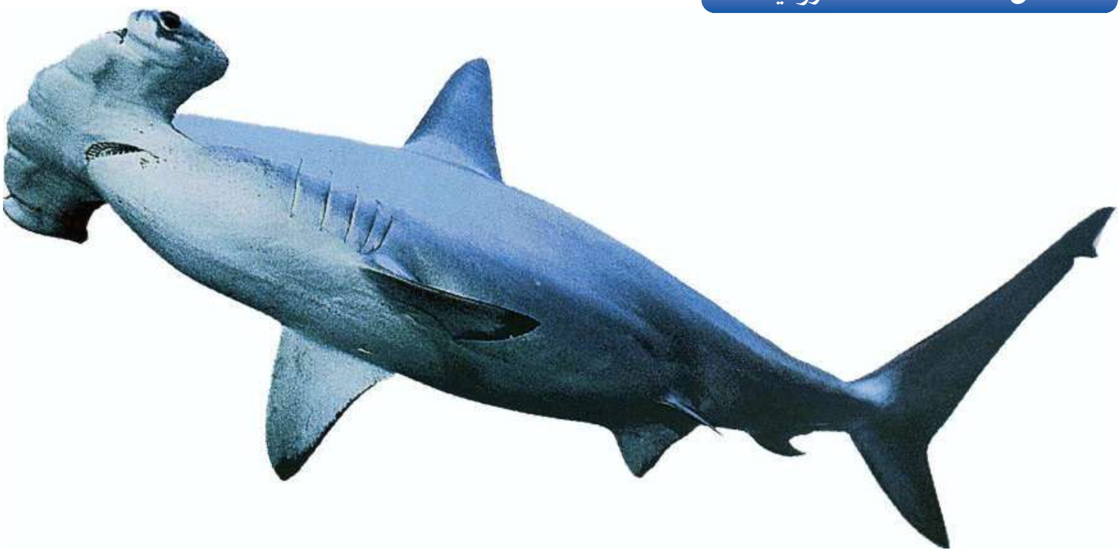
يمكنُ أن تربطَ أسماكُ **الجرّيفِ** أجسامَها المرنةَ في عقدٍ. فتمرِّرُ العقدةَ من ذيلِها إلى رأسِها لإزالةِ المخاطِ من جلدِها، أو للهروبِ من المفترساتِ.



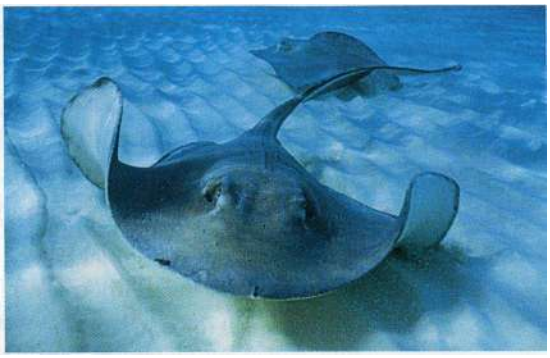
الأسماكُ الغضروفيَّةُ

هل كنْتَ تعلمُ بأنَّ القرشَ سمكةٌ؟ تنتمي أسماكُ القرشِ إلى طائفةٍ من الأسماكِ تُسمّى الأسماكَ الغضروفيَّةَ. في أكثرِ الفقاريّاتِ، يحلُّ العظمُ ببطءٍ محلَّ الغضروفِ الناعمِ في الجنينِ. لكنْ في أسماكِ القرشِ والورنكِ والشفنينِ، لا يتغيَّرُ الهيكلُ من غضروفٍ إلى عظمٍ أبدًا. لذلكَ تسمّى أسماكًا غضروفيَّةً. يُظهرُ **الشكلُ ٧** بعضَ الأسماكِ الغضروفيَّةِ.

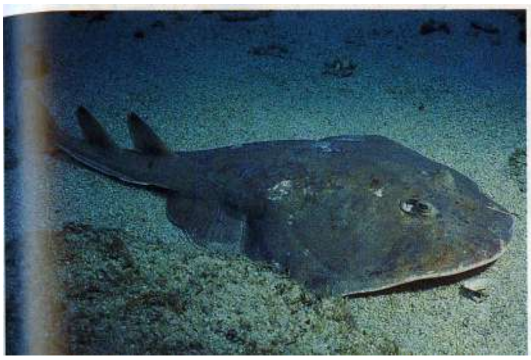
الشكل ٧ الأسماكُ الغضروفيَّةُ



▲ أسماكُ القرشِ **كقرشِ أبي مطرقةٍ** هذا، نادرًا ما تفترسُ الإنسانَ، بل تأكلُ عادةً أسماكًا أخرى.



▲ تلدُ **أسماكُ الشفنينِ** صغارَها حيَّةً. تستخدمُ زعانفَها للسباحةِ. وتتغذّى على كائناتٍ حيَّةٍ، مثلِ السرطانِ والديدانِ من قاعِ البحرِ.



▲ تضعُ **أسماكُ الورنكِ** البيضَ. تُحرِّكُ هذه الأسماكُ زعانفَها إلى الأعلى وإلى الأسفلِ للسباحةِ.

المَثانةُ الهوائيَّةُ : كيسٌ مملوءٌ بالغاز يستخدَمُ للتحكُّمِ في الطفُوِ. وتُسمّى أيضًا المثانةَ الغازيةَ.

الأسماكُ العظميَّةُ

السَّمكُ الذهبيُّ وسَمكُ التونا والقدُّ، كلُّها أسماكٌ عظميَّةٌ. هذه الطائفةُ من الأسماكِ هي الكبرى. ذلك أن ٩٥٪ من الأسماكِ، هي أسماكٌ عظميَّةٌ. تَظهَرُ بعضُ الأسماكِ العظميَّةِ في **الشكل ٨**.

تستطيعُ الأسماكُ العظميَّةُ، على خلافِ الأسماكِ الأخرى، أن تتوقَّفَ في مكانٍ واحدٍ دونَ سباحةٍ، لأنّ لها مثانةً هوائيَّةً تَمنعُها من الغرق. **المثانةُ الهوائيَّةُ** **Swim bladder** عضوٌ كالبالون مملوءٌ بالأكسجين والغازاتِ الأخرى. هذه الغازاتُ أخفُّ من الماءِ، مما يساعدُ السمكَ على أن يطفوَ بسهولةٍ. وتُسمّى المثانةُ الهوائيَّةُ أحيانًا المثانةَ الغازيَّةَ.

تحقَّقْ

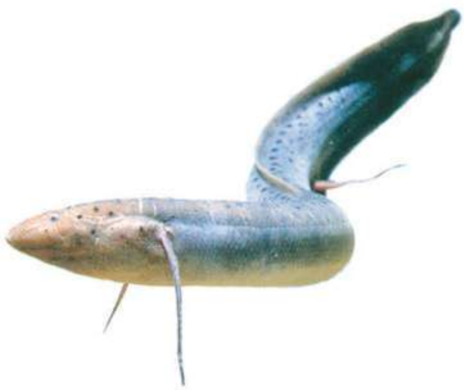
ما الفرقُ بين الأسماكِ الغضروفيَّةِ والأسماكِ العظميَّةِ؟

وقْفةٌ مع الرياضيّات

كثيرٌ من العظام

إذا كانَ عددُ أنواعِ الأسماكِ ٣٠ ٠٠٠ نوعٍ، وإذا كانَ ٩٥٪ من الأسماكِ أسماكًا عظميَّةً، فكم يكونُ عددُ أنواعِ الأسماكِ العظميَّةِ؟

الشكل ٨ الأسماكُ العظميَّةُ



تعيشُ **الأسماكُ الرئويَّةُ** في المياهِ الضحلةِ التي غالبًا ما تجفُّ في الصيفِ.



تعيشُ **السمكةُ الفراشةُ المقنَّعةُ** في المياهِ الدافئةِ حول الشُّعَبِ المرجانيَّةِ.



سمكةُ الكراكي سريعةٌ ومفترسةٌ، تتحرَّكُ في اندفاعاتٍ سريعةٍ لتصطادَ الأسماكَ الأخرى واللافقاريّاتِ.

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- تشملُ الحَبْليّاتُ الرأسَ حبليّاتٍ والذيلَ حبليّاتٍ والفقاريّاتِ. يكونُ للحبليّاتِ في وقتٍ ما من نموِّها وتشكُّلِها، حبلٌ ظهريٌّ وحبلٌ عصبيٌّ مجوَّفٌ وجيوبٌ بلعوميَّةٌ وذيلٌ.
- أكثرُ الحبليّاتِ فَقاريّاتٌ. تتميَّزُ الفقاريّاتُ من الحبليّاتِ الأخرى بأنَّ لديها عمودًا فقريًا مكوَّنًا من فقراتٍ.
- تتحكَّمُ الحيواناتُ ذواتُ الدمِ الحارِّ في درجةِ حرارةِ الجسمِ بواسطةِ تفاعلاتٍ كيميائيَّةٍ في خلاياها. ولا تستطيعُ ذواتُ الدمِ البارِدِ ذلك.
- تشتركُ الأسماكُ في كثيرٍ من الخصائص. معظمُها ذاتُ زعانفَ وقشورٍ تساعدُها على السباحة. أسماكٌ كثيرةٌ لها جهازُ خطٍّ جانبيٍّ يجعلُها تحسُّ بحركةِ الماء. تتنفَّسُ الأسماكُ بواسطةِ الخياشيم.
- هناكَ ثلاثُ مجموعاتٍ من الأسماك، هي: الأسماكُ عديمةُ الفَكوكِ والأسماكُ الغضروفيَّةُ، والأسماكُ العظميَّةُ. ليسَ للأسماكِ عديمةِ الفكوكِ عمودٌ فَقريٌّ. الأسماكُ الغضروفيَّةُ لها هيكلٌ مكوَّنٌ من غضروفٍ. الأسماكُ العظميَّةُ لها مثانةٌ هوائيَّةٌ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. استخدمْ كلاًّ من المفرداتِ التاليةِ في جملةٍ منفصلةٍ: **الفقاري، جهازُ الخطِّ الجانبي، الخَيْشوم، المثانةُ الهوائيَّة.**

٢. اكتبْ بأسلوبِك تعريفًا لكلٍّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ: **الحيواناتِ ذواتِ الدمِ الحارِّ، والحيواناتِ ذواتِ الدمِ البارِد.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٣. لجميعِ الحَبْليّاتِ في وقتٍ معيَّنٍ من حياتِها، كلُّ التالي **باستثناء**:

أ. ذيل.
ب. حبل ظُهريٌّ.
ج. حبل عصبيٌّ مجوَّف.
د. عمودٍ فقريٍّ.

٤. أيُّ الفقاريّاتِ من ذواتِ الدمِ البارِد؟

٥. ما الميزاتُ الأربعُ المشتركةُ بين أكثرِ الأسماك؟

٦. ما الطوائفُ الثلاثُ من الأسماكِ؟ هاتِ مثالاً على كلٍّ منها.

٧. أكثرُ الأسماكِ العظميَّةِ تتكاثرُ بالإخصابِ الخارجيِّ. ماذا يعني ذلك؟

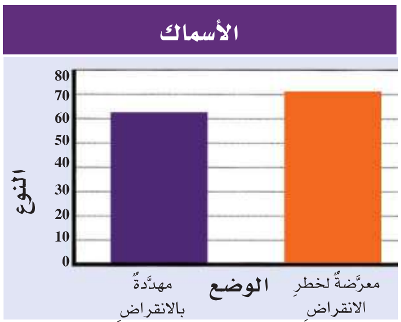
تفكيرٌ ناقد

٨. **تحليلُ العلاقات**: صِفِ الطريقةَ التي تُبقي الأسماكَ العظميَّةَ طافية.

٩. **تطبيقُ المفاهيم**: أيُّ تأثيرٍ يمكنُ أن يخلِّفَهُ نقلُ حوضِ سمكٍ من أمامِ نافذةٍ باردةٍ إلى جزءٍ أدفأَ في حياةِ السمكةِ التي تعيشُ فيه؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّة

استخدمِ الشكلَ التخطيطيَّ للإجابةِ عن السؤالَيْنِ اللذيْنِ يليانِه.



١٠. ما عددُ أنواعِ السمكِ المهدَّدةِ بالانقراضِ؟ ما عددُ الأنواعِ المعرَّضةِ لخطرِ الانقراض؟

١١. ما العددُ الكليُّ لأنواعِ السمكِ المهدَّدةِ والمعرَّضةِ للخطر؟

القسمُ
٢

البرمائيّات

هل عرفْتَ أنَّ بعضَ الحيواناتِ قادرةٌ على التنفُّس من خلالَ جلدِها؟ هل تعيشُ هذه الحيواناتُ على اليابسةِ أم في الماءِ؟ إنها، في الحقيقة، تعيشُ على اليابسةِ وفي الماءِ.

مؤشّراتُ الأداء

- يوضّحُ كيف تتنفّسُ البرمائيّات.
- يصفُ التحوُّلَ في البرمائيّات.
- يصفُ المجموعاتِ الثلاثَ للبرمائيّاتِ، ويذكرُ مثالاً على كلٍّ منها.

المفرداتُ والمفاهيم

الرئة

أبو ذنيبة

استراتيجيَّةُ القراءة

منظِّمُ القراءةِ: وأنت تقرأُ هذا القسمَ، ضَعْ مخطَّطًا لمفاهيمِهِ الأساسيَّةِ مستخدمًا عناوينَه.

بيئةُ البرمائيّات

البرمائيّاتُ حيواناتٌ يمكنُها أن تعيشَ في الماءِ وهي ذاتُ رئتينِ وأرجلٍ. **الرئةُ** Lung عضوٌ شبهُ كيسيٍّ يأخذُ الأكسجينَ من الهواءِ ويوصلُه إلى الدم. تضمُّ البرمائيّاتُ الضفدعَ والسلمندرَ، المبيَّنَيْن في **الشكل ١**. يمكنُ للبرمائيّاتِ أن تبقى على اليابسةِ لفتراتٍ متفاوتةٍ. لكنْ لا بدَّ لها من أنْ تعودَ إلى الماءِ لتجنُّبِ الجفافِ، ولمنعِ ارتفاعِ درجةِ حرارةِ أجسامِها، أو لمنعِ التسخينِ الزائدِ. وتعودُ أيضًا إلى الماءِ للتزاوجِ ووضعِ البيوض.

الرئة: عضوٌ تنفُّسيٌّ تتمُّ فيه مبادلةُ أكسجينِ الهواءِ بثاني أكسيدِ الكربونِ الآتي من الدم.

خصائصُ البرمائيّاتِ

تعيشُ أكثرُ **البرمائيّاتِ** جزءًا من حياتِها في الماءِ، وجزءًا آخرَ على اليابسةِ. ليسَ لبيضِ البرمائيّاتِ قشرةٌ أو غشاءٌ يمنعُ فقدَ الماءِ. لهذا السببِ، يجبُ أنْ يتطوَّرَ الجنينُ في بيئةٍ مائيَّةٍ. تعيشُ أكثرُ البرمائيّاتِ في الماءِ بعد التفقيسِ، وتتطوَّرُ لاحقًا إلى يافعاتٍ يمكنُها أن تعيشَ على اليابسةِ.

لكنْ حتى البرمائيّاتُ اليافعةُ تتكيَّفُ مع الحياةِ على اليابسةِ تكيُّفًا جزئيًّا فقط. البرمائيّاتُ من ذواتِ الدمِ الحارِّ. معنى ذلك أن درجةَ حرارةِ جسمِها تعتمدُ على درجةِ حرارةِ بيئتِها. والماءُ يساعدُ البرمائيّاتِ على إبقاءِ أجسامِها ضِمْنَ درجةِ حرارةٍ مستقرَّةٍ. يجنِّبُ الماءُ أيضًا الضفدعَ فقدَ الرطوبةِ أكثرَ من اللازمِ عبرَ جلدِها.

تحقّق

كيف تحصُلُ البرمائيّاتُ على الأكسجينِ من الهواءِ؟

الشكل ١ الضفدعُ والسلمندرُ نوعانِ من البرمائيّاتِ.





الجلدُ الرقيقُ

جلدُ البرمائيّاتِ رقيقٌ وناعمٌ ورَطْبٌ. إنَّهُ رقيقٌ جدًّا بحيث يسمحُ للبرمائيّاتِ بأنْ تمتصَّ عبرَهُ الماءَ بدلاً من الشربِ. لكنَّ البرمائيّاتِ يمكنُ أيضًا أن تفقدَ الماءَ عبرَ جلدِها الرقيقِ وتتعرَّضَ للجفافِ بسهولةٍ. الجلدُ الرقيقُ هو أحدُ أسبابِ عيشِ أكثرِ البرمائيّاتِ في الماءِ، أو في البيئاتِ الرطبةِ.

يمكنُ أن تتنفّسَ البرمائيّاتُ بإدخالِ الهواءِ إلى رئتَيْها. لكنَّ الكثيرَ منها يحصلُ على الأكسجينِ أيضًا من خلالِ جلدِهِ المملوءِ بالأوعيةِ الدمويّةِ. هناك، في الحقيقةِ، بضعةٌ من البرمائيّاتِ، كالسلمندرِ الظاهرِ في **الشكلِ ٢**، لا تتنفّسُ إلا عبرَ جلدِها.

لدى كثيرٍ من البرمائيّاتِ أيضًا ألوانٌ زاهيةٌ. غالبًا ما تحذِّرُ هذه الألوانُ المفترساتِ من أنّ الجلدَ يحتوي على غُدَدٍ فيها سمٌّ. هذه السمومُ قد تكونُ، ببساطةٍ، مزعجةً، أو قاتلةً. يحتوي جلدُ ضفدعِ السهمِ السامِّ، الظاهرِ في **الشكلِ ٣**، على واحدٍ من أكثرِ السمومِ المعروفةِ فتكًا.

دورةُ حياةِ الضفدعِ

لا تكبرُ أكثرُ البرمائيّاتِ حجمًا فحسبُ أثناءَ تطوُّرِها لتبلغَ طورَ البلوغِ، بل تتغيَّرُ في الشكلِ وهي تنمو. بعد أنْ يفقسَ البيضُ، يصبحُ جنينُ الضفدعِ أبا ذُنَيبةَ. **أبو ذنيبةَ** Tadpole ضفدَعٌ غيرُ ناضجٍ يلزمُهُ أن يعيشَ في الماءِ. وهو يحصلُ على الأكسجينِ عبرَ الخياشيمِ، ويستخدمُ ذيلَهُ الطويلَ للسباحةِ. لاحقًا، يفقدُ أبو ذُنَيْبَةَ خياشيمَهُ، وتظهرُ تراكيبُ كالرئتينِ والأطرافِ، تسمحُ له بالعيشِ على اليابسةِ. هذا التغيُّرُ من شكلٍ غيرِ ناضجٍ إلى شكلٍ بالغٍ يُسمّى **التحوُّلَ**. يظهرُ التحوُّلُ في **الشكلِ ٤**. أكثرُ البرمائيّاتِ اليافعةِ يمكنُها أنْ تعيشَ على الأرضِ. لكنَّها تبقى في حاجةٍ إلى إبقاءِ جلدِها رَطْبًا.



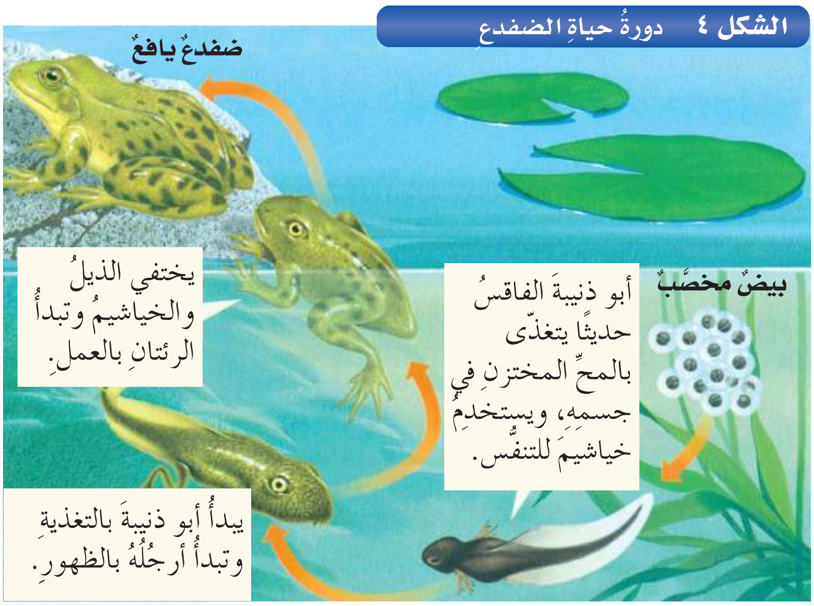
الشكل ٢ ليسَ لدى السلمندرِ الرباعيِّ الأصابعِ رئتانِ. فهو يحصلُ على كلِّ الأكسجينِ الذي يحتاجُ إليه عبرَ جلدِه.



الشكل ٣ جلدُ ضفدعِ السهمِ السامِّ هذا مملوءٌ بغُددِ السمِّ. يدلكُ الصيّادونَ رؤوسَ سهامِهم بالسمِّ القاتلِ.

أبو ذنيبة: ضفدعٌ غيرُ ناضجٍ يعيشُ في الماءِ ويحصلُ على الأكسجينِ بالخياشيمِ.

الشكل ٤ دورةُ حياةِ الضفدعِ



وتتطوَّرُ بضعةُ برمائيّاتٍ بطرقٍ أخرى. بعضُ البرمائيّاتِ لا تمرُّ بالتحوُّلِ الكاملِ، بل تفقسُ كنسخٍ صغيرةٍ جدًّا عن برمائيّاتٍ بالغةٍ، لكنَّ لديها خياشيمَ. ويتطوَّرُ بعضُها على اليابسةِ في أماكنَ رطبةٍ. مثلاً: تضعُ بعضُ الضفادعِ البيضَ على الأرضِ الرطبةِ. عندما يبدأُ الجنينُ بالتحرُّكِ يأخذُهُ ضفدعٌ ذكرٌ بالغٌ بفمِهِ ويحميهِ داخلَ الأكياسِ الصوتيَّةِ. عندما يُتِمُّ الجنينُ تطوُّرَهُ، يفتحُ الذكرُ البالغُ فمَهُ ويقفزُ ضفدعٌ صغيرٌ جدًّا إلى الخارجِ. انظرِ **الشكلَ ٥**.



الشكل ٥ في تشيلي والأرجنتين، يحملُ الضفدعُ الذكرُ من ٥ إلى ١٥ جنينًا في جيوبِهِ الصوتيَّةِ.

أمثلةٌ من أنواعِ البرمائيّاتِ

يوجدُ ما يزيدُ على ٥٤٠٠ نوعٍ من البرمائيّاتِ. تنتمي هذه الأنواعُ إلى ثلاثِ مجموعاتٍ: البرمائياتِ عديمةِ الأرجلِ، والسلمندرِ، والضفادعِ.

البرمائيّاتُ عديمةُ الأرجلِ

تبدو هذه البرمائيّاتُ مثلَ ديدانِ الأرضِ أو الثعابينِ، لكنْ لديها الجلدُ الرطبُ الرقيقُ الذي للبرمائيّاتِ. تتميَّزُ عديمةُ الأرجلِ من البرمائيّاتِ الأخرى بأنها بلا أرجلٍ، كما هو ظاهرٌ في **الشكلِ ٦**.

السلمندر

يعيشُ السلمندرُ الناضجُ تحت الأحجارِ والأخشابِ، كما في **الشكلِ ٧**. لدى السلمندرِ ذيلٌ طويلٌ وأربعُ أرجلٍ قويَّةٍ.

تحقَّقْ

ما الفرقُ بينَ البرمائيّاتِ عديمةِ الأرجلِ والسلمندرِ؟



الشكل ٧ يعيشُ السلمندرُ في الأماكنِ الرطبةِ: تحتَ الصخورِ، تحتَ الأخشابِ، بينَ أوراقِ الشجرِ.



الشكل ٦ برمائيّاتٌ عديمةُ الأرجلِ تعيشُ في التربةِ الرطْبةِ في المناطقِ الاستوائيَّةِ، وتأكُلُ لافقاريّاتٍ صغيرةً من التربةِ.

الضفادع

٩٠٪ تقريبًا من جميعِ البرمائيّاتِ ضفادعُ. يمكنُ أن ترى في **الشكل ٨** ضفدعًا. تعيشُ الضفادعُ في جميعِ أنحاءِ العالمِ، عدا الأماكنِ الباردةِ جدًّا. وهي تعيشُ في الصحاري والغاباتِ المطيرةِ الاستوائيَّةِ. وهي متكيِّفةٌ إلى حدٍّ بعيدٍ مع الحياةِ على اليابسةِ. ولدى الفئةِ البالغةِ منها عضلاتُ أرجلٍ قويَّةٌ للقفزِ. ولها آذانٌ جيِّدةٌ للسمعِ، وأوتارٌ صوتيّةٌ للمناداةِ. وهي ذاتُ لسانٍ دَبقٍ طويلٍ. هذا اللسانُ مربوطٌ بمقدّمِ الفمِ، ويمكنُها أن تقلبَهُ بسرعةٍ إلى الخارجِ، لالتقاطِ الحشراتِ.

تحقّقْ
كيف تحصُلُ الضفادعُ على غذائِها؟

الشكل ٨ الضفادعُ


الضفادعُ لها جلدٌ رطْبٌ ناعمٌ.


تقضي بعضُ الضفادعِ وقتًا أقلَّ في الماءِ مما تقضيه الضفادعُ الأخرى.

مُراجعةُ القسم

ملخّص

- تتنفَّسُ البرمائيّاتُ بواسطةِ الرئتيْنِ، والجلدِ والخياشيمِ.
- تبدأُ البرمائيّاتُ الحياةَ في الماءِ، حيثُ تستخدمُ الخياشيمَ للتنفُّسِ. أثناءَ التحوُّلِ، تفقدُ البرمائيّاتُ خياشيمَها، وتنمو أرجلُها التي تسمحُ لها بالعيشِ على اليابسةِ كحيواناتٍ بالغةٍ.
- المجموعاتُ الثلاثُ من البرمائيّاتِ هي عديمةُ الأرجلِ، والسلمندرُ، والضفادعُ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المفرداتِ التاليةِ في جملةٍ منفصلةٍ: **الرئة**، **أبي ذنيبة**، **التحوُّل**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. تتنفَّسُ برمائيّاتٌ كثيرةٌ بالغةٌ باستخدامِ:
   أ. خياشيمِها فقط.
   ب. رئتَيْها فقط.
   ج. جلدِها فقط.
   د. رئتَيْها وجلدِها.

٣. صفِ التحوُّلَ عندَ البرمائيّاتِ.

٤. لماذا يجبُ أن تعيشَ البرمائيّاتُ البالغةُ قربَ الماءِ أو في بيئةٍ رَطْبةٍ جدًّا؟

٥. سَمِّ المجموعاتِ الثلاثَ من البرمائيّاتِ. ما أوجُهُ الشبهِ بينَها؟

٦. ما أوجُهُ الاختلافِ بينَ مجموعاتِ البرمائيّاتِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٧. نوعٌ معيَّنٌ من الضفادعِ يقضي شهريْنِ من حياتِهِ كأبي ذنيبة، و٣ سنواتٍ من حياتِهِ كبالغ. ما النسبةُ المئويَّةُ من حياتِهِ التي يقضيها في الماءِ؟ ما النسبةُ المئويَّةُ من حياتِهِ التي يقضيها على اليابسةِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٨. **تحليلُ العلاقاتِ**: ما وظيفةُ اتِّصالِ لسانِ الضفدعِ بمقدَّمِ فمِهِ، بدلاً من مؤخَّرِ فمِهِ؟

القسمُ ٣

الزواحف

فيمَ تختلفُ الزواحفُ عن البرمائيّاتِ؟ تحتاجُ البرمائيّاتُ إلى قضاءِ جُزْءٍ من حياتِها في الماءِ أو قربَ الماءِ. لكنَّ أكثرَ الزواحفِ يمكنُها أن تقضيَ كاملَ حياتِها على اليابسةِ.

العيشُ على اليابسةِ

أوّلُ ما يميِّزُ الزواحفَ من البرمائيّاتِ الجلدُ الجافُّ السميكُ الذي يقلِّلُ من فقدِ الماءِ، والأرجلُ القويَّةُ التي تمكِّنُها من السيرِ بسهولةٍ. وهي تضعُ بيضًا على اليابسةِ. إنها ببساطةٍ تستطيعُ العيشُ كليًّا على اليابسةِ.

الديناصوراتُ، التي عاشَتْ في الأزمنةِ القديمةِ جدًّا ثم انقرضتْ، تُعدُّ من الزواحفِ. وكانَ لديها خصائصُ مشابهةٌ للزواحفِ الموجودةِ حاليًّا. يُظهِرُ **الشكلُ ١** بعضَ الزواحفِ الباقيةِ.

خصائصُ الزواحفِ

الزواحفُ متكيِّفةٌ إلى حدٍّ بعيدٍ مع الحياةِ على اليابسةِ. جميعُ الزواحفِ، مثلاً، حتى تلك التي تعيشُ في الماءِ، لها رئتانِ لتتنفَّسَ الهواءَ. وللزواحفِ أيضًا جلدٌ سميكٌ. وهي من ذواتِ الدمِ البارِدِ. وتضعُ البيضَ على اليابسةِ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يوضِّحُ الخصائصَ التي تتيحُ للزواحفِ العيشَ على اليابسةِ.
- يصفُ ميزاتِ بيضِ الزواحفِ.
- يسمّي المجموعاتِ الأربعَ من الزواحفِ، ويعطي مثالاً على كلٍّ منها.

المفرداتُ والمفاهيمُ

بيضُ الزواحفِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

عَصْفٌ ذهنيٌّ: الفكرةُ الرئيسةُ في هذا القسمِ هي الزواحفُ. ردِّدْ كلماتٍ وعباراتٍ تتعلَّقُ بالزواحفِ.

الشكلُ ١ بعضُ الزواحفِ التي تعيشُ على الأرضِ.



التمساح ◀

▼ السُّلَحْفاةُ العِمْلاقةُ





أفعى البُوَا ◀

الجلدُ السميكُ

يشكِّلُ الجلدُ الجافُّ السميكُ تكيُّفًا مهمًّا جدًّا للعيشِ على الأرضِ. هذا الجلدُ يشكِّلُ طبقةً تمنعُ فقدَ الماءِ من الخلايا بالتبخُّرِ. بخلافِ البرمائيّاتِ، لا تستطيعُ أكثرُ الزواحفِ التنفُّسَ عبرَ جلدِها. تعتمدُ أكثرُ الزواحفِ، كالأفعى الظاهرةِ في **الشكل ٢**، على رئتَيْها فقطْ لتحصُلَ على الأكسجين.

درجةُ حرارةِ الجسمِ

كلُّ الزواحفِ تقريبًا من ذواتِ الدمِ الباردِ، لا تستطيعُ إبقاءَ أجسامِها على درجةِ حرارةٍ مستقرَّةٍ. وهي تنشطُ عندما يكونُ محيطُها دافئًا وتتباطأُ عندما يكونُ باردًا. أكثرُ الزواحفِ تعيشُ في مناخٍ معتدلٍ، ولا تستطيعُ العيشَ في المناطقِ القطبيَّةِ الباردةِ، حيثُ يمكنُ أن تزدهرَ الثدييّاتُ والطيورُ.

بيضُ الزواحفِ

التكيُّفُ الأكثرُ أهميَّةً للحياةِ على اليابسةِ يظهرُ في البيضِ. وهذا البيضُ يحتوي على سائلٍ يُسمّى السائلَ الأمنيوني وهو يحمي الجنينَ في الزواحفِ والطيورِ والثدييّاتِ. **بيضُ الزواحفِ** Amniotic egg له قشرةٌ، كما يظهرُ في **الشكل ٣**. تحمي القشرةُ الجنينَ، وتحمي البيضَ من الجفافِ. تضعُ الزواحفُ البيضَ تحتَ الصخورِ، وفي الأرضِ، أو حتّى تحتَ رملِ الصحراءِ يوضِّحُ **الشكلُ ٤** جنينًا ناميًا داخلَ البيضةِ.



الشكل ٢ يعتقدُ كثيرون أن مَلْمَسَ الأفاعي مخاطيٌّ، لكنَّ جلودَ الأفاعي والزواحفِ الأخرى جافَّةٌ ومغطّاةٌ بالحراشفِ.

بيضُ الزواحفِ: نوعٌ من البيضِ محاطٌ بغشاءٍ، وهو لدى الزواحفِ يحتوي على كميَّةٍ كبيرةٍ من المحِّ، ومحميٌّ بقشرةٍ، وهو يشبهُ بيضَ الطيورِ وبعضِ الثدييّاتِ.

تحقَّقْ

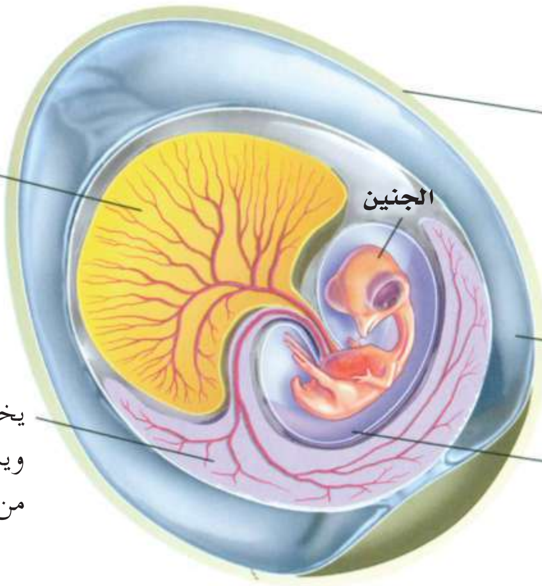
لماذا لا يصيبُ الجفافُ جنينَ بيضِ الزواحفِ على اليابسةِ؟



الشكل ٣ قارنْ بين بيضِ الزواحفِ وبيضِ البرمائيّاتِ. بيضُ الزواحفِ فيه سائلٌ وله قشرةٌ أمّا بيضُ البرمائيّاتِ فليسَ كذلكَ.

الشكل ٤ جنينُ زواحفَ داخلَ بيضةٍ.

لبيضِ الزواحفِ ميزاتٌ مهمَّةٌ.





الشكل ٥ حرباء

تكاثُرُ الزواحفِ

تتكاثرُ الزواحفُ عادةً بالإخصابِ الداخليِّ. بعد أن تُخصَّبَ البيضةُ داخلَ الأنثى، تتشكَّلُ قشرةٌ حولَ البيضةِ. ثمّ تضعُ الأنثى البيضَ. تضعُ أكثرُ الزواحفِ بيضَها في التربةِ أو في الرملِ. لكنَّ بضعةَ زواحفَ لا تضعُ بيضًا. بدلاً من ذلك، يتشكَّلُ جنينُها وينمو داخلَ الأمِّ، وتُولَدُ الصغارُ حيَّةً. وفي الحالتين كلتيهما، يتشكَّلُ الجنينُ وينمو إلى زاحفٍ صغيرٍ جدًّا، يبدو مثل بالغٍ صغيرٍ. والزواحفُ لا تمرُّ بالتحوُّلِ.

أنواعُ الزواحفِ

يعرفُ علماءُ اليومِ حوالي ٨٠٠٠ نوعٍ من الزواحفِ. تتضمَّنُ المجموعاتُ الأربعُ من الزواحفِ السلاحفَ، والتماسيحَ والقواطير، والسحالي والأفاعي، والتواتارا. يُظهِرُ **الشكلُ ٥** واحدًا من الزواحفِ التي تعيشُ حاليًّا.

تحقَّقْ
ما المجموعاتُ الأربعُ من الزواحفِ؟

الشكل ٦ السلاحف



▲ سُلَحْفاةٌ برّيَّةٌ



▲ للسُّلَحْفاةِ البحريَّةِ الخضراءِ هذهِ درعُ انسيابيٌّ يساعدُها على السباحةِ والدَّورانِ بسرعةٍ.

السلاحف

تعيشُ بعضُ السلاحفِ على اليابسةِ، وتقضي سلاحفُ أخرى كلَّ حياتِها أو معظمَ حياتِها في الماءِ. لكنَّ السلاحفَ حتى البحريَّةَ منها لابُدَّ لها من أن تقصدَ البرَّ لتضعَ بيضَها. يُظهرُ **الشكلُ ٦** سُلَحْفاةً بحريّةً وسُلَحْفاةً برّيَّةً.

المِيزةُ التي تجعلُ السلاحفَ فريدةً جدًّا هو درعُها. يجعلُها الدرعُ بطيئةً وعديمةَ المرونةِ، ويعوقُها عن الهربِ السريعِ من المفترساتِ. لكنَّ كثيرًا من السلاحفِ يمكنُها أن تعيدَ رأسَها وأطرافَها إلى داخلِ درعِها المحصَّنِ لتحميَ نفسَها.

التماسيحُ والقواطيرُ

تقضي التماسيحُ والقواطيرُ أغلبَ وقتِها في الماءِ. تقعُ عيونُها وخياشيمُها على قِمَّةِ رأسِها المسطَّحِ. لذلك تستطيعُ أن تراقبَ بيئتَها المحيطةَ وأغلبُ جسمِها تحتَ الماءِ. الاختباءُ بهذه الطريقةِ يعطيها أفضليَّةً كبيرةً على فريستِها. التماسيحُ والقواطيرُ آكلاتُ لحوم. وهي تأكلُ لافقاريّاتٍ وأسماكًا وسلاحفَ وطيورًا وثدييّاتٍ. يُظهرُ **الشكلُ ٧** التمساحَ والقاطورَ.

الشكل ٧ التماسيحُ والقواطيرُ

▼ للقاطورِ رأسٌ عريضٌ وأنفٌ مستديرٌ.



▼ للتمساحِ رأسٌ مستدقٌّ وأنفٌ مدبَّبٌ.



الأفاعي والسحالي

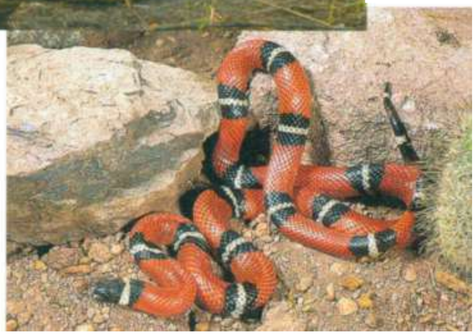
الزواحفُ الأكثرُ شيوعًا اليومَ هي الأفاعي والسحالي. الأفاعي آكلاتُ لحومٍ ولديها أعضاءٌ خاصَّةٌ في الفمِ تساعدُها على اشتمامِ رائحةِ الفريسةِ. عندما تمدُّ أفعى لسانَها الى الخارجِ، تلتقطُ به جزيئاتٍ صغيرةً جدًّا من الهواءِ. ثم تلمسُ الأفعى بلسانِها أعضاءً خاصَّةً موجودةً في فمِها. من خلالِ الجزيئاتِ التي على اللسانِ تستدلُّ الأفعى على نوعِ فريسةٍ قريبةٍ. تقتلُ بعضُ الأفاعي فرائسَها بعَصْرِها حتى تختنقَ. ولدى الأفاعي الأخرى أنيابٌ للحقنِ بالسمِّ. لكنْ مهما تكنْ طريقةُ الأفاعي في قتلِ فرائسِها، فإنها تأكلُها بطريقةٍ واحدةٍ. تستطيعُ الأفاعي أن تفتحَ أفواهَها إلى مدى واسعٍ جدًّا. يمكِّنُها ذلك أن تأكُلَ الحيواناتِ والبيضَ بابتلاعِها كتلةً واحدةً. يظهرُ **الشكلُ ٨** نوعَيْن من الأفاعي.

تأكلُ أكثرُ السحالي الحشراتِ والديدانَ الصغيرةَ، لكنَّ بعضَها يأكلُ النباتاتِ. تُسمّى إحدى السحالي تنّينَ كومودو، وهي سحليَّةٌ عملاقةٌ تأكلُ الغزلانَ والخنازيرَ والماعزَ! لا تبتلعُ السحالي فرائسَ كبيرةً كتلةً واحدةً. وللكثيرِ من السحالي القدرةُ على قطعِ ذيولِها للهربِ من المفترساتِ. وبعدَ ذلك، ينمو لها ذيلٌ جديدٌ. يَظهَرُ في **الشكلِ ٩** نوعانِ من السحالي.

الشكل ٨ الأفاعي

▼ الكوبرا مشهورةٌ بسمِّها القاتلِ. هذه الأفاعي العدوانيَّةُ تعيشُ في المناطقِ الجافَّةِ جدًّا.





▲ الأفاعي الحليبيَّةُ ليسَتْ سامَّةً، لكنَّها تبدو شبيهةً جدًّا بالأفاعي المرجانيَّةِ السامَّةِ.

الشكل ٩ السحاليَ المكشكشةُ.

▶ تبسطُ السحليَّةُ كشكشها لتخيفَ عدوَّها.





◀ هذهِ السحليَّةُ الشوكيَّةُ غيرُ ضارَّةٍ، وتتغذّى على النملِ.

التواتارا

تعيشُ التواتارا على بضعِ جزرٍ تقعُ على سواحلِ نيوزيلندا. يُظهرُ **الشكل ١٠** التواتارا في البرِّيَّةِ. تبدو التواتارا شبيهةً بالسحالي، ويمكنُ أن يصلَ طولُها إلى حوالي ٦٠ سنتيمترًا.

بالرغمِ من أن التواتارا تبدو مثلَ السحالي، فإن هاتينِ الزاحفتَيْنِ تصنَّفانِ في مجموعتَيْنِ مختلفتَيْنِ. وبخلافِ كثيرٍ من السحالي، ليسَ للتواتارا فتحاتُ أذنٍ مرئيَّةٌ على ظاهرِ الجسمِ. وبخلافِ كثيرٍ من الزواحفِ أيضًا تنشطُ التواتارا جدًّا عندما تكونُ درجاتُ الحرارةِ منخفضةً. أثناءَ النهارِ، تستريحُ التواتارا وتمتصُّ ضوءَ الشمسِ. وفي الليلِ، تبحثُ عن الغذاءِ.



الشكل ١٠ التواتارا موجودةٌ فقط في بعضِ الجزرِ النيوزيلنديَّةِ.

تحقَّقْ
عدِّدْ خاصيَّتَيْنِ للتواتارا.

مُراجعةُ القِسم

ملخّص

- للزواحفِ جلدٌ حرشفيٌّ سميكٌ يحميها من الجفافِ. ولها أيضًا رئتانِ. وهي تعتمدُ على بيئتِها المحيطةِ للسيطرةِ على درجةِ حرارةِ جسمِها.
- تحمي القشرةُ القاسيةُ بيضَ الزواحفِ من الجفافِ كما تحمي الجنينَ.
- تتكاثرُ الزواحفُ بالإخصابِ الداخليِّ.
- أربعُ مجموعاتٍ باقيةٌ من الزواحفِ. هذه المجموعاتُ هي: السلاحفُ، والتماسيحُ والقواطيرُ، والسحالي والأفاعي، والتواتارا.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِك تعريفًا لمفردةِ **بيض الزواحفِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. تتكيَّفُ الزواحفُ جيِّدًا مع العيشِ على اليابسةِ، لأنَّها:
أ. ذاتُ جلدٍ حرشفيٍّ سميكٍ.
ب. ذاتُ رئتَيْنِ.
ج. تضعُ بيضًا ذا قشرةٍ.
د. كلُّ ما وردَ هنا.

٣. تستطيعُ الزواحفُ أنْ تضعَ بيضَها على اليابسةِ لأنَّ:
أ. قشرةَ البيضِ تمنَعُ الإخصابَ.
ب. قشرةَ البيضِ تحفظُ الرطوبةَ داخلَ البيضةِ.
ج. قشرةَ البيضِ تُبقي ثانيَ أكسيدِ الكربونِ داخلَ البيضةِ.
د. قشرةَ البيضِ تسمحُ للماءِ بمغادرةِ البيضةِ.

٤. اذكرْ ثلاثَ طرقٍ يحمي بها البيضُ أجنَّةَ الزواحفِ.

٥. وضِّحْ كيفَ تتكاثرُ معظمُ الزواحفِ.

٦. سمِّ المجموعاتِ الأربعَ من الزواحفِ، واذكرْ مثالاً على كلِّ نوعٍ.

٧. وضِّحْ تكيُّفاتِ الأفاعي الخاصَّةَ بالحصولِ على الغذاءِ.

مهاراتٌ رياضيّات

٨. افترض أنّ سلحفاةً بحريَّةً تضعُ ١٠٤ بيضاتٍ. إذا كانَ ٥٠٪ من الصغارِ الفاقسةِ تصلُ إلى البحرِ حيَّةً، و٢٥٪ من تلك الصغارِ الحيَّةِ تصلُ إلى سنِّ البلوغِ، كم سلحفاةً بالغةً تنتجُ عن البيضِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ:** تلدُ الثدييّاتُ صغارًا حيَّةً. يتشكّلُ وينمو الجنينُ داخلَ جسمِ الأنثى. أيُّ أجزاءٍ من بيضِ الزواحفِ يمكنُ للثدييّاتِ الاستغناءُ عنه ؟ وضِّحْ إجابتَك.

١٠. **تحليلُ الأفكارِ:** إبصارُ الأفاعي الجرسيَّةِ ليسَ جيدًا. لكن يمكنُها أن تحسَّ بتغييراتِ درجةِ الحرارةِ، بمقدارِ ٣ أجزاءٍ من الألفِ من الدرجةِ المئويَّةِ. كيف تكونُ هذه القدرةُ مفيدةً للأفاعي؟

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلٍّ من المفرداتِ التاليةِ: التحوُّل، بيضِ الزواحف، الفقاريِّ.

٢. استخدمِ المفرداتِ التاليةَ في جملةٍ واحدةٍ: رئةٌ، خياشيمَ، أبا ذنيبةَ.

وضِّحْ اختلافَ معاني هذه المفرداتِ ضِمنَ كلِّ زوجٍ منها.

٣. الحيواناتُ ذواتُ الدمِ الحارِّ والحيواناتُ ذواتُ الدمِ البارِدِ.

٤. المثانةُ الهوائيّةُ والخطُّ الجانبيُّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٥. أيٌّ من التراكيبِ التاليةِ **ليسَ** موجودًا في بعضِ الحبليَّاتِ؟
أ. الذيل.
ب. العمودُ الفقريُّ.
ج. الحبلُ الظهريُّ.
د. الحبلُ العصبيُّ المجوَّفُ.

٦. أيٌّ من الأسماكِ التاليةِ **ليسَ** لديها فكوكٌ؟
أ. أسماكُ القرشِ والشفنينِ والورنكِ.
ب. سمكُ الجريفِ والجلكي.
ج. الأسماكُ العظميَّةُ.
د. ليسَتْ ممّا ورَدَ أعلاه.

٧. لدى كلٍّ من البرمائيّاتِ والزواحفِ:
أ. رئتان.
ب. خياشيم.
ج. تتنفسُ عبرَ جلدِها فقط.
د. لها بيضٌ به سائلٌ أمنيونيٌّ.

٨. يحدُثُ التحوُّلُ عندَ:
أ. الأسماكِ والبرمائيّاتِ.
ب. البرمائيّاتِ.
ج. الأسماكِ والبرمائيّاتِ والزواحفِ.
د. البرمائيّاتِ والزواحفِ.

٩. لدى كلٍّ من الأسماكِ العظميَّةِ والأسماكِ الغضروفيّةِ:
أ. زعانفُ.
ب. هياكلُ مكوَّنةٌ من غضاريفَ.
ج. مثانةٌ هوائيّةٌ.
د. هياكلُ مكوَّنةٌ من عظامٍ.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٠. كيفَ تتنفَّسُ البرمائيّاتُ؟

١١. ما الخصائصُ التي تتيحُ للسمكِ العيشَ في الماءِ؟

١٢. ما الخصائصُ التي تتيحُ للزواحفِ العيشَ على اليابسةِ؟

١٣. كيفَ يحصُلُ جنينُ الزواحفِ في البيضِ على الأكسجينِ؟

١٤. صفْ مراحلَ التحوُّلِ لدى ضفدعٍ.

١٥. ما التركيبانِ الموجودانِ عند جميعِ الفقاريّاتِ دونَ بقيةِ الحبليّاتِ؟

١٦. اذكرِ الأنواعَ الثلاثةَ من البرمائيّاتِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

١٧. **خريطةُ المفاهيم:** استخدم المفرداتِ التاليةَ لرسمِ خريطةِ مفاهيمَ: **الديناصور، السلحفاة، الزواحف، البرمائيّاتِ، الأسماكَ، القِرْشَ، السلمندرَ، الفقاريّات.**

١٨. **تطبيقُ المفاهيم:** إذا كانَتْ درجةِ حرارةِ الهواءِ في الخارجِ 43 °C، ودرجةُ حرارةِ الجسمِ المثاليَّةُ لسِحْليَّةٍ 38 °C، فأيُّهما أكثرُ احتمالاً: أن تجِدَ تلك السحليَّةَ في الشمسِ أم في الظِّلِّ؟ وضِّحْ إجابتَك.

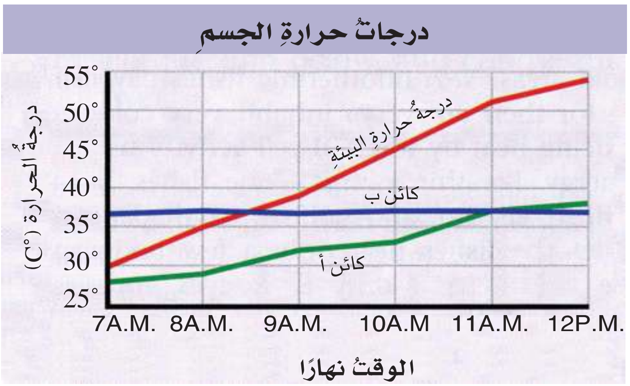
١٩. **تحديدُ العلاقات:** صِفْ ثلاثًا من ميزاتِ جلدِ البرمائيّاتِ. كيفَ تستخدِمُ البرمائيّاتُ جلدَها؟ كيف يتلاءَمُ تركيبُ جلدِ البرمائيّاتِ مع وظائفِه؟

٢٠. **استدلال:** افترِضْ أنَّكَ وجدْتَ حيوانًا ذا عمودٍ فَقَريٍّ وخياشيمَ، والحيوانُ لا يبدو أنه ذو حبلٍ ظهريٍّ. هل هذا الحيوانُ من الحبليّاتِ؟ كيفَ تستطيعُ التأكُّدَ من إجابتِك؟

٢١. **وضعُ الفرضيَّة:** إذا وجدْتَ زاحفةً لم تتعرَّفْها، فما الأسئلةُ التي تطرحُها لتحديدِ أيِّ مجموعةٍ من مجموعاتِ الزواحفِ الأربعِ تنتمي إليها هذهِ الزاحفة وضِّحْ كيف تَصوغُ فَرَضيَّةً حول مجموعةِ هذه الزاحفةِ، معتمدًا على إجاباتِكَ عن هذه الأسئلةِ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

يُظهِرُ الشكلُ التخطيطيُّ أدناهُ درجةَ حرارةِ الجسمِ لكائنَيْنِ حيِّيْن، ودرجةَ حرارةِ الأرضِ في بيئتِهما. استخدمْ هذا الشكلَ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليه.



٢٢. كيف تتغيَّرُ درجةُ حرارةِ جسمِ كلٍّ من الكائنَيْنِ الحيَّينِ (أ) و(ب)، مع تغيُّرِ درجةِ حرارةِ البيئةِ؟

٢٣. أيُّ هذين الكائنينِ الحيَّيْنِ هو، على الأغلبِ، ذو دمٍ باردٍ؟ وضِّحْ إجابتَك.

٢٤. أيُّ هذين الكائنَيْنِ الحيَّينِ هو على الأغلبِ ذو دمٍ حارٍّ؟ وضِّحْ إجابتَك.



الفصل ٦

الطيورُ والثدييّاتُ

الفكرةُ الرئيسةُ

الطيورُ والثدييّاتُ فقاريّاتٌ ذواتُ دمٍ حارٍّ.

القسم

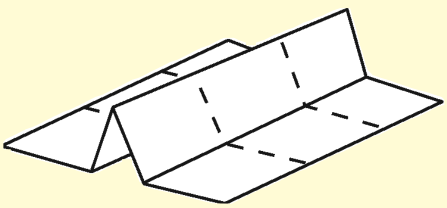
حولَ الصورة

لماذا يقفزُ حيوانٌ مغطّى بصفائحَ صُلْبةٍ درعيّةٍ الى أعلى من مترٍ في الهواءِ؟ يقفزُ هذا المدرَّعُ عندما يفزعُ. بقفزهِ يفاجئُ أحيانًا المفترساتِ ويخيفُها، مايعطي المدرّعَ فرصةً للهربِ. المدرّعُ من الثدييات.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

جدولٌ مطويٌّ قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصل، قمْ بإعدادِ **الجدولِ المطويِّ**. سمِّ أعمدةَ الجدولِ المطوي بـ «خصائص» و«أنواع». سمِّ الصفوفَ بـ «طيور» و«ثدييّاتٌ مشيميَّةٌ» و «الثدييات البيوضة والثدييّات الكيسيّة». ثمَّ اكتبْ وأنتَ تقرأ الفصلَ، أمثلةً على كلِّ موضوعٍ في العمودِ المناسبِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

دعنا نَطير!

كيف تطيرُ الطيورُ؟ هذا النشاطُ يعطيكَ بعضَ التلميحاتِ المناسبةِ.

الخطوات

١. قمْ بطيِّ **قطعةِ ورقٍ** لصنْعِ طائرةٍ ورقيَّةٍ. اجعلِ الطيّاتِ متساويةً والتجعيداتِ حادَّةً.

٢. ارمِ الطائرةَ في الهواءِ بتأنٍّ كبيرٍ. ماذا حدَثَ؟

٣. خذِ الطائرةَ، وارمِها بقوَّةٍ أكبرَ. هل تغيَّرَ أيُّ شيءٍ؟

٤. صغِّرْ حجمَ الجناحينِ بطيِّهِما طيَّةً أُخرى داخليَّةً نحو التجعيدةِ المركزيَّةِ. تأكَّدْ أنَّ الجناحينِ لهما الحجمُ نفسُهُ والشكلُ نفسُهُ.

٥. ارمِ الطائرةَ مرتَّينِ أُخريَيْنِ. ارمِها بتأنٍّ في بادئِ الأمرِ، ثُمَّ ارمِها بقوَّةٍ أكبرَ. ماذا حدثَ في كلِّ مرَّةٍ؟

التحليل

١. حلِّلْ تأثيرَ قوَّةِ رميِكَ للطائرةِ الورقيَّةِ في طيرانِها. هل تعتقدُ أن قُوى الدفْعِ المختلفةَ تؤثِّرُ في طيرانِ الطيرِ على نحوٍ مماثلٍ؟ وضِّحْ إجابتَك.

٢. ماذا حدثَ عندَما جعلتَ الأجنحةَ أصغرَ؟ لماذا تعتقدُ أن هذا قد حدثَ؟ هل تعتقدُ أن حجمَ الجناحِ يؤثِّرُ في الطريقةِ التي يطيرُ بها الطَّيْرُ؟ وضِّحْ إجابتَك.

٣. بالاستنادِ إلى نتائجِكَ، كيف تصمِّمُ الطائرةَ الورقيَّةَ المثاليَّةَ وترميها؟

القِسْم ١

الطيـور

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ نوعين من أنواعِ الريش.
- يصفُ كيف تربّي الطيورُ صغارَها.
- يحدِّدُ الاختلافاتِ بينَ الطيورِ التي لا تطيرُ والطيورِ المائيَّةِ والطيورِ الجاثمةِ والطيورِ الجارحةِ.

المفرداتُ والمفاهيم

التجمُّل

الاستبدال

الريشُ الزَّغبيُّ

الريشُ المحيطيُّ

احتضانُ البيض

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقّع: قبلَ أن تقرأَ هذا القسمَ، اكتبْ كلَّ عنوانٍ في هذا القسم.

ما المشترَكُ بين نَسْرٍ قويٍّ وبطريق متثاقلٍ وعصفور لطيف؟ جميعُها ذاتُ ريشٍ وجَناحين ومنقارٍ، هذا يعني أنّها كلَّها طيورٌ.

تشتركُ الطيورُ والزواحفُ في كثيرٍ من الخصائص. الطيورُ فَقاريّاتٌ مثلُ الزواحفِ. وأرجلُ الطيورِ مغطّاةٌ بحراشفَ سميكةٍ كالحراشفِ التي تغطّي أجسامَ الزواحفِ. بيضُ الطيورِ لهُ أيضًا كيسٌ أمنيونيٌّ وقشرةٌ، كما لبيضِ الزواحفِ.

وللطيورِ كذلك كثيرٌ من الخصائصِ الفريدةِ. قشورُ بيضِ الطيورِ، مثلاً، أصلبُ من قشورِ بيضِ الزواحفِ. يظهرُ **الشكلُ ١**، أن للطيورِ ريشًا وأجنحةً. وللطيرِ منقارٌ قَرْنيٌّ بدلاً من فكّيْنِ وأسنانٍ. والطيورُ تستخدِمُ حرارةَ نشاطِ خلاياها لتبقيَ درجةَ حرارةِ أجسامِها مستقرَّةً.

الريش

الميزةُ المألوفةُ لدى الطيورِ ريشُها. يساعدُ الريشُ الطيورَ على بقائها جافَّةً ودافئةً، ويساعدُها على جذبِ الأزواجِ والطيرانِ.

التجمُّلُ والاستبدالُ

تعتني الطيورُ كثيرًا بريشِها. وهي تستخدمُ مناقيرَها لتوزيعِ الزيتِ على ريشِها في عمليَّةٍ تسمّى **التجمُّلُ Preening**. تُنتِجُ غدَّةٌ قربَ ذيلِ الطيرِ هذا الزيتَ. يساعدُ الزيتُ على بقاءِ الريشِ نظيفًا وعلى انزلاقِ الماءِ عنه. عندَما يَبْلى الريشُ تبدِّلُهُ الطيورُ بعمليَّةٍ تُسمّى الاستبدالَ. **الاستبدالُ Molting** عمليَّةُ التخلُّصِ من الريشِ القديمِ لتنميةِ ريشٍ جديدٍ. تَطْرَحُ أكثرُ الطيورِ ريشَها مرَّةً في السنةِ على الأقلِّ.

التجمُّل: هو لدى الطيور، تمشيطُ الريش وصيانته.

الاستبدال: التخلُّصُ من الهيكلِ الخارجيِّ أو الجلدِ أو الريشِ أو الشعرِ الذي اسْتُبْدِلَتْ به أجزاءٌ جديدةٌ.







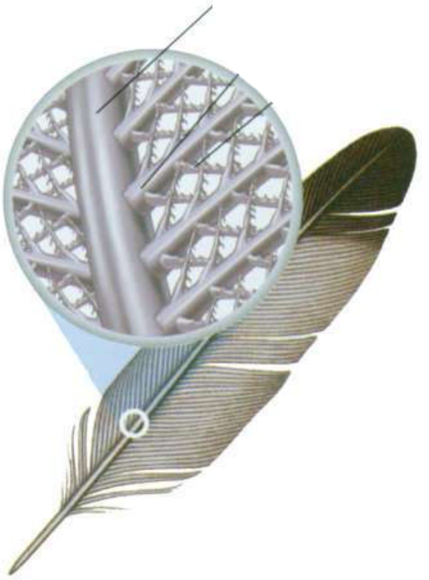
الشكل ١ يوجدُ حواليْ ١٠٠٠٠ نوعٍ من الطيورِ المعروفةِ على الأرضِ اليومَ.

نوعانِ من الريشِ

للطيورِ نوعانِ رئيسانِ من الريشِ، الريشُ الزغبيُّ والريشُ المحيطيِّ. **الريشُ الزغبيُّ Down feathers** ريشٌ منفوشٌ يقعُ على جسمِ الطيرِ مباشرةً ويساعدُه على البقاءِ دافئًا. عندما ينفُشُ الطيرُ ريشَهُ الزغبيَّ ينحصرُ الهواءُ فيه قريبًا من الجسمِ. فيبقى الهواءُ المحصورُ الحرارةَ قربَ الجسمِ. **الريشُ المحيطيُّ Contour feathers** ريشٌ صلبٌ يغطِّي جسمَ الطيرِ وأجنحتَه. وتساعدُ ألوانُهُ وأشكالُهُ بعضَ الطيورِ على جذبِ الإناثِ. للريشِ المحيطيِّ قصبةٌ مركزيَّةٌ صُلْبَةٌ مع فروعٍ كثيرةٍ، ترتبطُ فيما بينها لتشكِّلَ سطحًا ناعمًا، كما يظهرُ في **الشكلِ ٢**. يساعدُ هذا السطحُ الطيورَ على الطيرانِ.

الريشُ الزغبيُّ: ريشٌ ليِّنٌ يغطِّي أجسامَ الطيورِ الصغيرةِ ويوفِّرُ العزلَ للطيورِ البالغةِ.

الريشُ المحيطيُّ: الريشُ الخارجيُّ الذي يغطِّي الطيرَ ويساهمُ في تكوينِ شكلِه.



الشكلُ ٢ تركيبُ الريشةِ.

حيواناتٌ ذاتُ طاقةٍ عاليةٍ

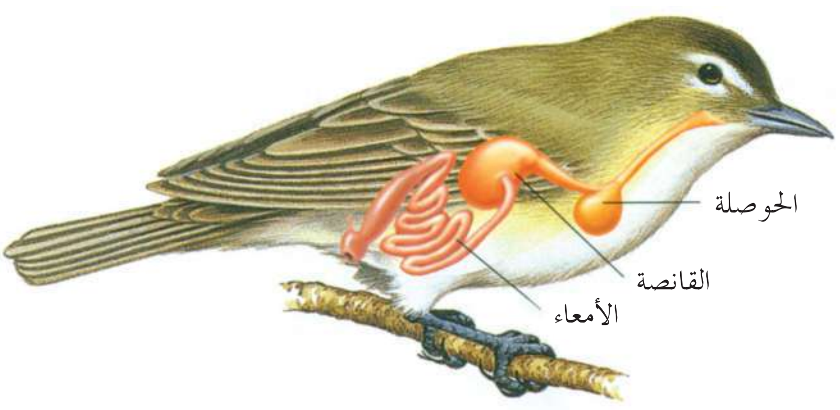
تحتاجُ الطيورُ إلى كثيرٍ من الطاقةِ للطيرانِ. للحصولِ على هذه الطاقةِ، تحطِّمُ أجسامُها الغذاءَ بسرعةٍ. تولِّدُ هذه العمليَّةُ الكثيرَ من حرارةٍ في الجسمِ. إنَّ معدَّلَ درجةِ حرارةِ جسمِ الطيرِ 40°C، وهو أعلى من درجةِ حرارةِ جسمِكَ بثلاثِ درجاتٍ. لا تستطيعُ الطيورُ التعرُّقَ لتبرِّدَ أجسامَها إذا ارتفعَتْ درجةُ حرارتِها. إنَّها بدلاً من ذلك، تسطِّحُ ريشَها وتلهثُ مثلَ الكلابِ.

الهضمُ السريعُ

بما أنَّ الطيورَ تحتاجُ إلى الكثيرِ من الطاقةِ، فهي تأكلُ كثيرًا. ويلزمُ الطيورَ الطنّانةَ الأكلُ بشكلٍ مستمرٍّ تقريبًا، لتحصلَ على الطاقةِ التي تحتاجُ إليها! أكثرُ الطيورِ تأكلُ الحشراتِ أو البندقَ أو البذورَ أو اللحمَ. هذه الأطعمةُ غنيَّةٌ بالبروتينِ والدهنِ. وتأكلُ بعضُ الطيورِ، كالأوزِّ، عُشْبًا أو أوراقًا ونباتاتٍ مختلفةً. عندَ الطيورِ جهازٌ هضميٌّ فريدٌ يساهمُ في حصولِها على الطاقةِ بسرعةٍ. يُظهرُ **الشكلُ ٣** هذا الجهازَ. ليسَ لدى الطيورِ أسنانٌ، لذلكَ لا تستطيعُ المضغَ. وبدلاً من ذلك، يذهبُ الغذاءُ من الفمِ إلى الحَوْصلةِ. تَخْزُنُ الحوصلةُ الغذاءَ حتى ينتقلَ إلى القانصةِ. تحتوي القانصةُ على أحجارٍ صغيرةٍ في داخلِها، تساعدُها على طحنِ الغذاءِ، فيتمُّ هضمُهُ بسهولةٍ في الأمعاءِ.

تحقَّقْ

ما وظيفةُ الريشِ الزغبيِّ في الطيرِ؟



الشكلُ ٣ الجهازُ الهضميُّ للطيرِ يساعدُهُ على تحويلِ الغذاءِ بسرعةٍ إلى طاقةٍ قابلةٍ للاستخدامِ.

الطيران

تستطيعُ معظمُ الطيورِ الطيرانَ. وحتّى الطيورُ التي لا تستطيعُ الطيرانَ لها تكيُّفاتٌ مع الطيرانِ. أوضحُ ميزةٍ تتعلَّقُ بالطيرانِ هي الجناحان. لكنَّ الطيورَ تتميَّزُ أيضًا بخفَّةِ وزنِ الجسم. كما أنَّ لديها عضلاتِ طيرانٍ قويةً وقلبًا سريعَ الخفقانِ. تُسهمُ السرعةُ الكبيرةُ لخفقانِ القلبِ في توفيرِ دمٍ غنيٍّ بالأكسجين لعضلاتِ الطيرانِ لدى الطيرِ. يصفُ **الشكلُ ٤** كثيرًا من خصائص الطيرِ المهمَّةِ للطيرانِ.

تحقَّقْ

كيفَ يساعدُ قلبُ الطيرِ على الطيرانِ؟

الشكلُ ٤ تكيُّفُ الطيورُ مع الطيرانِ



معظمُ الطيورِ لها **عيونٌ كبيرةٌ** ونظرٌ حادٌّ. تمكِّنُ العيونُ الكبيرةُ الطيورَ من رؤيةِ الأجسامِ والغذاءِ عن بعدٍ. بعضُ الطيورِ، كالصقورِ والنسورِ، تملكُ نظرًا أقوى من نظرِ الإنسانِ بثماني مرّاتٍ.

للطيورِ **قلبٌ سريعُ الخفقانِ**. يضخُّ القلبُ دفقًا سريعًا وثابتًا من الدمِ الغنيِّ بالأكسجين إلى عضلاتِ الطيرانِ. في الطيورِ الصغيرةِ يخفقُ القلبُ تقريبًا ١٠٠٠ مرَّةٍ في الدقيقةِ! (قلْبُ الإنسانِ يخفقُ ٧٠ مرَّةً فقط في الدقيقةِ).

للطيورِ أعضاءٌ خاصَّةٌ تسمّى **الأكياسَ الهوائيَّةَ**، متَّصلةٌ بالرئتَيْنِ. تخزنُ الأكياسُ الهوائيَّةُ الهواءَ. يوفِّرُ الهواءُ المخزونُ إمدادًا متواصلاً من الهواءِ لرئتَي الطيرِ في الشهيقِ وفي الزفيرِ على السواءِ.

شكلُ الجناحين مرتبطٌ بطريقة طيرانِ الطيرِ. الجناحانِ القصيرانِ المستديرانِ يمكّنان الطيرَ من الاستدارةِ السريعةِ والهبوطِ والارتفاعِ تمامًا كما تفعلُ الطائرةُ المقاتلةُ. الجناحانِ الطويلانِ الضيّقانِ هما الأفضلُ للانسيابِ.

وقْفَةٌ معَ الرياضيّاتِ

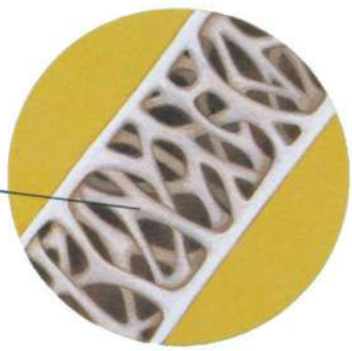
الطيرانُ بعيدًا

يطيرُ طائرٌ معيَّنٌ 970 km ، عندَما يتَّجهُ جنوبًا في الشتاءِ. ثم يطيرُ شمالاً كلَّ صيفٍ. كم كيلومترًا يطيرُ هذا الطائرُ طوالَ حياتِه الممتدَّةِ ٨ سنواتٍ؟



هياكلُ الطيورِ متماسكةٌ وقويَّةٌ. بعضُ الفقاراتِ والأضلاعِ وعظامِ الحوضِ متلاحمةٌ. لذلك تكونُ هياكلُ الطيورِ أصلبَ من هياكلِ الفقاريّاتِ الأخرى. يمكّنُ الهيكلُ الصلبُ الطيرَ من تحريكِ جناحَيْه بقوَّةٍ وكفاءةٍ.

للطيورِ عضلاتُ طيرانٍ قويَّةٌ تحرِّكُ الجناحَيْن. تتَّصلُ هذه العضلاتُ بعظمةِ الصدرِ. تثبِّتُ هذه العظمةُ عضلاتِ الطيرانِ. وتمكِّنُ الطيرَ من خفقِ جناحَيْه بقوَّةٍ وسرعةٍ.



للطيورِ **عظامٌ جوفاءُ**. لذلك تكونُ هياكلُها أخفَّ من هياكلِ الفقاريّاتِ الأخرى. تحتوي العظامُ على دعاماتٍ متشابكةٍ رفيعةٍ تمنحُها القوَّةَ، تمامًا كدعاماتِ الجسورِ.

تربيَّةُ الطيورِ الصغيرةِ

طريقُ التكاثرِ عند الطيورِ تشبهُ الطريقةَ التي تتكاثرُ بها الزواحفُ. تتكاثرُ الطيورُ جنسيًّا بالإخصابِ الداخليِّ. يضعُ كلٌّ من الطيورِ والزواحفِ بيضًا تنمو فيه أجنَّةٌ. لكنَّ الطيورَ، بخلافِ أكثرِ الزواحفِ، تبقي بيضَها دافئًا حتّى يعيشَ الجنينُ وينمو.

الأعشاش

تبني أكثرُ الطيورِ أعشاشًا تضعُ فيها بيضَها. يظهرُ في **الشكلِ ٥** عشٌّ طيرٍ فيه بيضٌ. تبقي الطيورُ بيضَها دافئًا باحتضانِها. **احتضانُ البيضِ** Brooding أن ترقدَ الحاضنةُ على البيضِ، وتستخدمَ حرارةَ جسمِها ليبقى البيضُ دافئًا. ترقدُ الطيورُ على بيضِها حتّى يفقِّسَ. عندَ بعضِ أنواعِ الطيورِ، كالنوارسِ، يتناوبُ الذكورُ والإناثُ على احتضانِ البيضِ. وعندَ الكثيرِ من أنواعِ الطيورِ المغرِّدةِ، تحضُنُ الأنثى البيضَ، ويجلبُ الذكرُ الغذاءَ للأنثى الحاضنةِ. وعندَ بضعةِ أنواعٍ، يحضُنُ الذكرُ البيضَ.

مُبكِراتُ النشاطِ وطويلاتُ الحضانةِ

بعضُ الطيورِ، كالدجاجِ والبطِّ تنشطُ فراخُها مباشرةً بعد التفقيسِ. تسمّى هذه الفراخُ النشيطةُ **مُبكِراتِ النشاطِ**. تكونُ الفراخُ مبكرةُ النشاطِ مغطّاةً بريشٍ زغبيٍّ. وحالما يمكنُها النهوضُ، تتبعُ أمّاتِها. تعتمدُ الفراخُ على الأمِّ للدفءِ والحمايةِ، لكنَّها تستطيعُ أن تمشيَ وتسبحَ وتتغذّى معتمدةً على أنفسِها.

بعضُ الطيورِ، كالصقورِ والطيورِ المغرِّدةِ، تبقى ضعيفةً وعاجزةً لفترةٍ بعدَ التفقيسِ. هذه الفراخُ الضعيفةُ تُسمّى **طويلاتِ الحضانةِ**. عندما تفقسُ لا يكونُ لها ريشٌ، وتكونُ عيونُها مغمضةً. وهي لا تستطيعُ المشيَ ولا الطيرانَ. بلْ يلزمُها أن تبقيَها أمّاتُها دافئةً وتغذِّيَها لعدَّةِ أسابيعَ. يَظْهَرُ في **الشكلِ ٦** أحدُ الأبوينِ يغذّي فراخَهُ طويلاتِ الحضانةِ.



الشكل ٥ عشُّ أبو الحِنّاءِ هذا مثالٌ على واحدٍ فقطْ من أعشاشِ الطيورِ. تبني الطيورُ أعشاشًا بأشكالٍ وحجومٍ مختلفةٍ.

احتضانُ البيضِ: الجلوسُ على البيضِ وتغطيتُه لإبقائِهِ دافئًا حتى يفقسَ.

تحقّقْ
كيف تُبقي عمليّةُ الاحتضانِ بيضَ الطيرِ دافئًا؟



الشكل ٦ تجلبُ آباءُ الفراخِ طويلاتِ الحَضانةِ الغذاءَ إلى الأعشاشِ.

أنواعُ الطيورِ

يوجدُ حواليْ ١٠٠٠٠ نوعٍ من الطيورِ على الأرضِ. تختلفُ الطيورُ في اللونِ، والشكلِ، والحجمِ. وتتراوحُ كُتَلُها بين 1,9 g للطائرِ الطنّانِ و 125 kg للنعامةِ الشمالِ أفريقيَّةِ. تصنَّفُ الطيورُ غالبًا في أربعِ مجموعاتٍ، هي: الطيورُ التي لا تطيرُ، الطيورُ المائيَّةُ، الطيورُ الجاثمةُ، الطيورُ الجارحةُ.

الطيورُ التي لا تطيرُ قد تركضُ بسرعةٍ أو تكونُ ماهرةً في السباحةِ. النعامةُ الظاهرةُ في **الشكلِ ٧** والبطريقُ، هما من الطيورِ التي لا تطيرُ. الطيورُ المائيَّةُ تطيرُ، لكنَّها تستريحُ فوقَ الماءِ. الكثيرُ منها له أقدامٌ ذاتُ أغشيةٍ للسباحةِ. البطُّ، الظاهرُ في **الشكلِ ٨**، والأوزُّ والبجعُ، هي من الطيورِ المائيَّةِ. الطيورُ الجاثمةُ تقضي وقتًا طويلاً على أغصانِ الأشجارِ. أصابعُ أقدامِها تمسكُ بالأغصانِ حتّى أثناءَ النومِ وتقيها من السقوطِ كطيورِ الببَّغاءِ، الظاهرةِ في **الشكلِ ٩**. الطيورُ الجارحةُ تطاردُ وتأكلُ فقاريّاتٍ أخرى. للطيورِ الجارحةِ مخالبُ حادَّةٌ تنتهي بها أصابعُ أقدامِها ومنقارٌ مقوَّسٌ حادٌّ. العقابُ الظاهرُ في **الشكلِ ١٠**، والصقورُ والبومُ هي من الطيورِ الجارحةِ.

الشكل ٧ نعامة



▲ النعامةُ هي الطيرُ الحيُّ الأكبرُ. يمكنُ أن تصلَ سرعةُ النَّعامِ في الركضِ إلى حوالي 60 km في الساعةِ.

تحقَّقْ

ماذا يحدثُ لأحدِ الطيورِ الجاثمةِ التي تنامُ وهي جاثمَةٌ على أغصانِ الشجرِ؟

الشكل ٨ الطيورُ المائيَّةُ



▲ **البطُّ** طائرٌ يجيدُ الطيرانَ والسباحةَ معًا.

الشكل ٩ الطيورُ الجاثمةُ



▲ الببّغاواتُ لديها أقدامٌ خاصةٌ لتجثمَ وتتسلَّقُ وهي تفتحُ البذورَ وتقطعُ الفاكهةَ بمنقارِها القويِّ.

الشكل ١٠ الطيورُ الجارحةُ



▲ تطيرُ طيورُ العقابِ فوقَ الماءِ وتصطادُ الأسماكَ بأقدامِها المخلبيَّةِ.

ملخَّص

- للطيورِ ريشٌ ومناقيرُ وأجنحةٌ ودرجةُ حرارةِ جسمٍ ثابتةٌ.
- الريشُ الزغبيُّ يبقي الطيورَ دافئةً. يساعدُ الريشُ المحيطيُّ الطيورَ على الطيرانِ وجذبِ الإناث.
- يجبُ أن تأكلَ الطيورُ غذاءً غنيًّا بالطاقةِ للحصولِ على الطاقةِ اللازمةِ للطيرانِ.
- الوزنُ الخفيفُ للجسمِ والعضلاتِ القويَّةُ يساعدانِ الطيورَ على الطيرانِ. الأكياسُ الهوائيَّةُ تمكِّنُ الطيورَ من الحصولِ على الأكسجينِ بكمّيَّةٍ تكفي للطيرانِ.
- تبقي الطيورُ بيضَها في أعشاشِها دافئًا بحضنِها. عندما تفقسُ الفراخُ تكونُ إما مُبْكِرَةَ النشاطِ أو طويلةَ الحضنِ.
- تصنَّفُ الطيورُ في أربعِ مجموعاتٍ هي: طيورٌ لا تطيرُ كالنعامةِ، طيورٌ مائيَّةٌ كالبَطِّ، طيورٌ جاثمةٌ كالبَبَغاءِ، طيورٌ جارحةٌ كالصقرِ. ولكلِّ مجموعةٍ تكيُّفاتٌ تساعدُها على البقاءِ والاستمرارِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. استخدمْ كلاًّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ في جملةٍ مستقلَّةٍ: **التجمُّل، واحتضانِ البيض.**

وضِّحْ كيفَ تختلفُ معاني المفردتَيْنِ في كلِّ زوجٍ من المفرداتِ.

٢. **الريشُ الزغبيُّ والريشُ المحيطيُّ.**

٣. **التجمُّلُ والاستبدالُ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٤. أيٌّ من التالي **ليسَ** تكيُّفًا مع الطيرانِ لدى الطيورِ؟

أ. العظامُ الجوفاءُ

ب. الأكياسُ الهوائيَّةُ

ج. الريشُ الزغبيُّ

د. خفقانُ القلبِ السريعِ

٥. ماذا تأكلُ الطيورُ؟ صِفْ مسارَ الطعامِ عبرَ الجهازِ الهضميِّ للطيرِ.

٦. وضِّحِ الاختلافَ بينَ الفِراخِ مُبكِرةِ النشاطِ والفِراخِ طويلةِ الحَضْنِ.

٧. سمِّ طريقتَيْنِ تستخدمُ بهما الطيورُ ريشَها المحيطيَّ. سمِّ طريقةً واحدةً تستخدمُ بهما تلكَ الطيورُ ريشَها الزغبيَّ.

مهاراتُ رياضيّاتٍ

٨. افترضْ أن طيرًا كتلتُهُ 325 g يفقدُ ٤٠٪ من كتلتِهِ أثناءَ الهجْرةِ. ما كتلةُ هذا الطيرِ في نهايةِ رحلتِهِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ:** يستخدِمُ بعضُ الناسِ عبارةَ «يأكلُ مثلَ طيرٍ» لوصفِ الشخصِ الذي لا يأكلُ كثيرًا. هل يعبِّرُ استخدامُ العبارةِ بهذا المعنى عن فهمٍ دقيقٍ لعاداتِ الغذاءِ عندَ الطيورِ؟ لماذا؟

١٠. **تحليلُ الأفكارِ:** أكثرُ الطيورِ الجارحةِ لها نظرٌ قويٌّ. ما أهميةُ النظرِ القويِّ للطيورِ؟

١١. **توقُّعُ النتائجِ:** هل تكونُ حياةُ البطِّ أسهلَ، إذا كانَتْ لهُ أقدامُ الطيورِ الجاثمةِ؟ علِّلْ إجابتَكَ.

القسمُ ٢

خصائصُ الثدييّاتِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يوضّحُ مدى قدمِ الثدييّاتِ.
- يصفُ سبعَ خصائصَ مشتركةٍ بينَ الثدييّاتِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الغدّةُ اللبنيَّةُ

الحجابُ الحاجزُ

استراتيجيّةُ القراءةِ

منظّمُ القراءةِ: أثناءَ قراءةِ القسمِ، ضَعْ مخططًا لمفاهيمِهِ الأساسيَّةِ، مستخدمًا عناوينَهُ.

ما المشتركُ بينَ الخفّاشِ والحصانِ والجملِ والزرافةِ والحوتِ؟ جميعُها ثدييّاتٌ!

تعيشُ الثدييّاتُ في أكثرِ المحيطاتِ برودةً، وفي أشدِّ الصحاري حرارةً، وتقريبًا في كلِّ مكانٍ يقعُ بينَهما. لا تتجاوزُ كتلةُ الخفّاشِ الأشدِّ صغرًا كتلةَ زرِّ معطفٍ. وقد تبلغُ كتلةُ الحوتِ الأزرقِ كتلةَ أكثرَ من عشرينَ حافلةً مدرسيَّةً. إن الثدييّاتِ الحيَّةَ التي تبلغُ حاليًّا خمسةَ آلافِ نوعٍ تختلفُ من عدَّةِ نواحٍ، لكنها تشتركُ في بعضِ الخصائصِ. يظهرُ **الشكلُ ١** بضعةَ أنواعٍ من الثدييّاتِ الكثيرةِ جدًّا.

الثدييّاتُ الأولى

ظهرتِ الثدييّاتُ وفقًا لسجلِّ المتحجِّراتِ قبلَ أكثرَ من ٢٢٥ مليونَ سنةٍ. وقد كانتْ تلك الثدييّاتُ بحجمِ الفئرانِ تقريبًا. هذه الحيواناتُ كانتْ ذواتِ دمٍ حارٍّ، فكانتْ قادرةً على إبقاءِ درجةِ حرارةِ جسمِها ثابتةً. لم تعتمدْ تلك الثدييّاتُ على بيئتِها المحيطةِ لتدفأَ. هذه الخاصيَّةُ سمحتْ للثدييّاتِ بالبحثِ عن الغذاءِ في الليلِ، وتفادي الديناصوراتِ أثناءَ النهارِ.

عندما انقرضتِ الديناصوراتُ، توفَّرَ في الأرضِ الماءُ والغذاءُ للثدييّاتِ. هذه المواردُ سمحَتْ للثدييّاتِ بالانتشارِ والعيشِ في كثيرٍ من البيئاتِ المختلفةِ.

الخصائصُ المشترَكةُ

للدلافينِ، والقرودِ، والفيلةِ شعرٌ، ولها أسنانٌ متخصصةٌ، كما للإنسانِ تمامًا. تشتركُ الثدييّاتُ في هذه وفي الكثيرِ من الخصائصِ الأخرى التي تميِّزُها من الحيواناتِ الأخرى.

الشكل ١ بالرُّغمِ من أنها تبدو مختلفةً جدًّا، فإنَّ كلَّ هذهِ الحيواناتِ ثدييّاتٌ.


▲ قردُ البابونِ


▲ خرتيت


▲ دولفين



الشكل ٢ ككلِّ الثدييّات، يرضَعُ هذا العجلُ من لبنِ أمِّهِ في مراحلِ حياتِهِ الأولى.

الغدَّةُ اللبنيَّةُ: الغدَّةُ التي تفرزُ اللبنَ في إناثِ الثدييّات.

الحجابُ الحاجزُ: عضلةٌ على هيئةِ قبَّةٍ متّصلةٍ بالأضلاعِ السفلى وتفصلُ التجويفَ الصدريَّ عن البطنيِّ، وتلعبُ دورًا في الشهيقِ والزفيرِ.

إنتاجُ اللبنِ

كلُّ الثدييّاتِ لها غُدَدٌ لبنيَّةٌ لا يوجدُ حيوانٌ آخرُ له هذه الغدَدُ. **الغُدَدُ اللبنيَّةُ** Mammary glands هي التراكيبُ العضويَّةُ التي تصنَعُ اللبنَ. والإناثُ البالغاتُ وحدَها تُنتجُ اللبنَ في غدَدِها اللبنيَّةِ، وتغذي جميعُ إناثِ الثدييّاتِ صغارَها بهذا اللبنِ. تَظهرُ في **الشكل ٢** بقرةٌ تُرضِعُ عِجْلَها.

اللبنُ كلُّهُ مكوَّنٌ من ماءٍ، وبروتين، ودهونٍ، وسُكَّريّاتٍ. لكن كمِّيَّةَ كلِّ مادَّةٍ غذّائيَّةٍ تختلفُ تبعًا لاختلافِ أنواعِ اللبنِ. فلبنُ المرأةِ، مثلاً، يحتوي على نصفِ الدُّهنِ وضعفِ سُكَّرِ لبنِ البقرةِ.

التنفُّسُ

تحتاجُ جميعُ الحيواناتِ إلى الأكسجينِ للحصولِ على الطاقةِ من غذائِها. الثدييّاتُ، كالطيورِ والزواحفِ، تستخدِمُ الرئتَيْنِ للحصولِ على الأكسجينِ من الهواءِ. لكنَّ الثدييّاتِ لها عضلةٌ تساعدُها للحصولِ على الهواءِ. **الحجابُ الحاجزُ** Diaphragm عضلةٌ كبيرةٌ تساعدُ على إدخالِ الهواءِ إلى الرئتَيْنِ. وهو يقعُ في أسفلِ القفصِ الصدريِّ.

ذواتُ الدمِ الحارِّ

يساعدُ الأكسجينُ على تفكيكِ غذاءِ الثدييّاتِ وإطلاقِ الطاقةِ. تبقي هذه الطاقةُ الثدييّاتِ دافئةً. هل سبقَ أن جلستَ قطَّةٌ في حضنِكَ؟ إذا كان قد حصلَ ذلك، فهل شعرتَ كم كانَ دافئًا جسمُ هذا الحيوانِ الثدييِّ؟ إنَّ الثدييّاتِ مثلَ الطيورِ، ذواتُ دمٍ حارٍّ. تبقي تغيُّراتُها الكيميائيَّةُ الداخليَّةُ درجةَ حرارةِ أجسامِها ثابتةً. قدرتُها على البقاءِ دافئةً تساعدُها على العيشِ في المناطقِ الباردةِ وعلى البقاءِ نشيطةً في طقسٍ باردٍ.

تحقَّقْ

ممّ يتكوَّنُ اللبنُ؟

مختبرٌ سريعٌ

عيِّنةُ حجابٍ حاجزٍ

١. ضع يدَكَ تحتَ قفصِكَ الصدريِّ لتحسَّ بعضلاتِكَ البطنيَّةِ (المتَّصلةِ بشكلٍ غيرِ مباشرٍ بحجابِكَ الحاجزِ). تَنَفَّسْ.

٢. اكتبْ ما تشعرُ به يدُكَ وأنتَ تتنفَّسُ.

٣. ضع يدَكَ تحتَ قفصِكَ الصدريِّ ثانيةً. قلِّصْ عضلاتِكَ البطنيَّةَ، وحاولْ أن تتنفَّسَ. ثمّ أرْخِ عضلاتِكَ البطنيَّةَ، وتنفَّسْ.

٤. اكتبْ ما يحدُثُ.

٥. وضِّحْ ملاحظاتِكَ. ثمَّ ارسُمْ صورةً لحركةِ الحجابِ الحاجزِ.

الشعر

للثدييّاتِ بضعُ خصائصَ تمنعُ فقدانَ حرارةِ أجسامِها. إحدى طرقِ بقائِها دافئةً اكتساؤُها بالشعرِ. الثدييّاتُ هي الحيواناتُ الوحيدةُ التي لها شعرٌ. كلُّ الثدييّاتِ حتى الحيتانُ لها شعرٌ. الثدييّاتُ التي تعيشُ في المناخِ البارِدِ، كالثعلبِ الظاهرِ في **الشكلِ ٣**، ذاتُ فروٍ سميكٍ. الثدييّاتُ الكبيرةُ التي تعيشُ في المناخِ الدافئِ، كالفيلةِ، ليسَتْ بحاجةٍ إلى فراءٍ دافئةٍ. الإنسانُ أيضًا لديه شعرٌ في جميعِ أنحاءِ جسمِه، وكذلك القرودُ. لكنَّ شعرَ جسمِ الإنسانِ أقصرُ وأقلُّ من شعرِ القردِ.

أكثرُ الثدييّاتِ لها أيضًا تحتَ جلودِها طبقةٌ من الدهنِ تبقيها دافئةً. هذا الدهنُ يساعدُ على حفظِ الحرارةِ في الجسمِ. الحيتانُ والثدييّاتُ الأخرى التي تعيشُ في المحيطاتِ الباردةِ تتميَّزُ بأنَّ لها طبقةً سميكةً من الدهنِ. وجودُ الطبقاتُ السميكةِ من الدهنِ تسمّى **البدانةَ**.

الشكل ٣ تساعِدُ الفراءُ السميكةُ هذا الثعلبَ على إبقاءِ جسمِهِ دافئًا خِلالَ أبردِ فصولِ الشتاءِ.



الأسنانُ المتخصِّصةُ

السمةُ الفريدةُ الأخرى التي تميِّزُ الثدييّاتِ هي الأسنانُ المتخصِّصةُ. الطيورُ ليسَ لها أسنانٌ، في حينِ أن السمكَ والزواحفَ لهما أسنانٌ، لكنَّها جميعَها أسنانٌ متماثلةٌ. والثدييّاتُ لها أسنانٌ بأشكالٍ وحجومٍ مختلفةٍ، لأنَّ لها وظائفَ مختلفةً. تستبدلُ الثدييّاتُ بأسنانِ الطفولةِ الأولى مجموعةَ أسنانِها الدائمةِ.

وفمُكَ أنتَ فيه ثلاثةُ أنواعٍ من الأسنانِ. أسنانٌ للقطعِ، تسمّى **القواطعَ**، في مقدَّمِ فَمِكَ. وأكثرُ الناسِ لديهم أربعُ قواطعَ عُلْويَّةٍ وأربعٌ سُفْلِيَّةٌ. بجانبِها **الأنيابُ**، وهي التي تساعدُكَ على الإمساكِ بالغذاءِ. وآخرُ أسنانِكَ الأضراسُ الخلفيَّةُ .

كلُّ نوعٍ من أسنانِ الثدييّاتِ يساعدُ على أكلِ نوعٍ معيَّنٍ من الغذاءِ. فالثدييّاتُ آكلةُ اللحومِ لها أنيابٌ كبيرةٌ لمساعدتِها على أكلِ الفريسةِ. الثدييّاتُ آكلةُ النباتاتِ لها قواطعُ وأضراسٌ أكبرُ تُساعدُها على العضِّ على النباتاتِ وطحنِها. في **الشكلِ ٤** تظهرُ أسنانُ ثدييٍّ آكلِ نباتاتٍ وثدييٍّ آكلِ لحومٍ.





الشكل ٤ أُسُودُ الجبلِ لها أنيابٌ حادَّةٌ للإمساكِ بفريستِها. الخيولُ لها قواطعُ حادَّةٌ في مقدِّمِ الفمِ لقطعِ النباتاتِ، وأضراسٌ مسطَّحةٌ في الخلفِ لطحنِ النباتاتِ.

التكاثرُ الجنسيُّ

جميعُ الثدييّاتِ تتكاثرُ جنسيًّا. تخصِّبُ الخلايا الذكريَّةُ البويضاتِ داخلَ جسمِ الأنثى. ومع أن هناك بضعةَ استثناءات، فإنَّ أكثرَ الثدييّاتِ تلدُ صغارَها حيَّةً. تبقى الثدييّاتُ المولودةُ الجديدةُ مع أحدِ الأبوينِ على الأقلِّ إلى أن تنموَ. يعتني الأبوانِ من الثدييّاتِ بصغارِها ويحميانِها في الصِّغرِ أثناءَ هذا الوقتِ. تظهرُ في **الشكل ٥** أنثى دُبٍّ بنيٍّ مع صغارِها.

الأدمغةُ الكبيرةُ

دماغُ الحيوانِ الثدييِّ أكبرُ كثيرًا من دماغِ أكثرِ الحيواناتِ الأخرى التي لها الحجمُ نفسُه. هذا الدماغُ الكبيرُ يتيحُ للثدييّاتِ التعلُّمَ والتفكيرَ بسرعةٍ. ويتيحُ أيضًا للثدييّاتِ الاستجابةَ بسرعةٍ للأحداثِ من حولِها.

تستخدمُ الثدييّاتُ النظرَ، والسمعَ، والشمَّ، واللمسَ، والتذوُّقَ، لاكتشافِ العالمِ من حولِها. تعتمدُ أهميَّةُ كلِّ حاسّةٍ في أغلبِ الأحيانِ على بيئةِ الثدييِّ المحيطةِ. الثدييّاتُ التي تنشطُ في الليلِ، مثلاً، تعتمدُ على سمعِها أكثرَ من نظرِها.



الشكلُ ٥ أنثى الدبِّ ستهاجمُ كلَّ ما يهدِّدُ صغارَها.

تحقَّق
كم من الوقتِ يقيمُ صغيرٌ ثدييٌّ مع أحدِ أبويه على الأقلِّ؟

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- الثدييّاتُ الأولى كانَتْ صغيرةً.
- الثدييّاتُ لها غُدَدٌ ثدييَّةٌ وحجابٌ حاجزٌ، وشعرٌ.
- كلُّ الثدييّاتِ من ذواتِ الدمِ الحارِّ. أكثرُها ذاتُ طبقةٍ من الدُّهنِ تحت جلدِها لتوفيرِ دفءٍ إضافيٍّ.
- الثدييّاتُ ذاتُ أسنانٍ متخصِّصةٍ.
- تتكاثرُ الثدييّاتُ جنسيًّا وتربِّي صغارَها.
- الثدييّاتُ لها أدمغةٌ كبيرةٌ وتتعلَّمُ بسرعةٍ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استعملْ كلاًّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ في جملةٍ مستقلَّةٍ: **الغدَّةُ اللبنيَّةُ، والحجابُ الحاجزُ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. تساعدُ الأدمغةُ الكبيرةُ الثدييّاتِ على البقاءِ بأنْ تتيحَ لها:
أ. التفكيرَ والتعلُّمَ بسرعةٍ.
ب. حفظَ درجةِ حرارةِ أجسامِها.
ج. امتلاكَ الشعرِ على جميعِ أنحاءِ جلدِها.
د. الاعتمادَ على جميعِ الحواسِّ بالتساوي.

٣. ما وظيفةُ الحجابِ الحاجزِ؟

٤. سمِّ ثلاثَ خصائصَ فريدةٍ لدى الثدييّاتِ.

٥. صِفْ ثلاثَ خصائصَ تساعدُ الثدييّاتِ على أن تبقى دافئةً.

٦. فيمَ تختلفُ أسنانُ الثدييّاتِ عن أسنانِ السمكِ والزواحفِ؟

٧. كيفَ تتكاثرُ الثدييّاتُ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٨. حوتٌ كتلتُهُ 90 000 kg. ما كتلتُهُ بالغرامِ؟ بالمليغرامِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ:** كيفَ تدلُّكَ أسنانُ جمجمةِ حيوانٍ ثدييٍّ على نظامِهِ الغذائيِّ؟

القسمُ ٣

الثدييّاتُ المشيميَّةُ

مؤشّراتُ الأداء

- يوضّحُ كيفَ تتطورُ الثدييّاتُ المشيميَّةُ.
- يعطي مثالاً على كلِّ نوعٍ من الثدييّاتِ المشيميَّةِ.

المفرداتُ والمفاهيم

الثدييُّ المشيميُّ
فترةُ الحمل

استراتيجيَّةُ القراءة

عصفٌ ذهنيٌّ: الفكرةُ الرئيسةُ في هذا القسمِ أنواعُ الثدييّاتِ المشيميَّة. ردِّدْ كلماتٍ وعباراتٍ تتعلّقُ بالثدييّاتِ المشيميَّةِ.

تبدأُ الفيلَةُ والفئرانُ حياتَها بالتطوُّرِ داخلَ الأمِّ. تحتاجُ الفيلَةُ إلى حوالَي ٢٣ شهرًا للتطوُّرِ داخلَ الأمِّ. لكنَّ حاجةَ الفئرانِ إلى ذلكَ هي بضعةُ أسابيعَ!

تُقسَمُ الثدييّاتُ إلى مجموعاتٍ استنادًا إلى طريقةِ تطوُّرِها. والمجموعاتُ هي: الثدييّاتُ المشيميَّةُ، الثدييّاتُ البيوضةُ، الثدييّاتُ الكيسيَّةُ. أكثرُ الثدييّاتِ ثدييّاتٌ مشيميَّةٌ. **الثدييّاتُ المشيميّةُ Placental mammals** هي التي يتطوَّرُ جنينُها داخلَ جسمِ الأمِّ. ينمو الجنينُ داخلَ عضوٍ يسمّى **الرحم**. ويوجدُ عضوٌ يُسمّى **المشيمة** يربطُ الجنينَ بالرحم. تنقلُ المشيمةُ الغذاءَ والأكسجينَ من دمِ الأمِّ إلى الجنينِ، وتنقلُ نفاياتِ الجنينِ بعيدًا عنه.

الوقتُ الذي يتطوَّرُ فيه الجنينُ داخلَ رحمِ الأمِّ يسمّى **فترةَ الحَمْلِ Gestation period**. هذه الفترةُ تختلفُ مدَّتُها عندَ الثدييّاتِ المشيميَّةِ. تدومُ فترةُ الحملِ عندَ الإنسانِ حوالَي ٩ شهورٍ.

تقسمُ الثدييّاتُ المشيميَّةُ الحيَّةُ إلى ١٨ رتبةً. الرتبُ الأكثرُ شيوعًا تجدُ صفاتِها على الصفحاتِ التاليةِ.

الثدييُّ المشيميُّ: الحيوانُ الثدييُّ الذي تغذّي أنثاهُ صغيرَها قبلَ أنْ يولَدَ من خلالِ مشيمةٍ داخلَ رَحِمِها.

فترةُ الحَمْلِ: هو، عندَ الثدييّاتِ، الفترةُ الممتدَّةُ بينَ الإخصابِ والولادةِ.

آكلُ النملِ، والمدرَّعُ، والكَسْلانُ

هناكَ بضعةُ ثدييّاتٍ ذاتُ أعمدةٍ فقريَّةٍ فريدةٍ تضمُّ ترابطاتٍ خاصَّةً بينَ الفقراتِ. تتضمَّنُ هذه المجموعةُ آكلَ النملِ والمدرَّعَ والكسلانَ. وهي الثدييّاتُ التي تُسمّى أحيانًا «الثدييّاتِ عديمةَ الأسنانِ»، لكنَّ آكلَ النملِ وحدَهُ عديمُ الأسنانِ. أمّا الآخرانِ فلهما أسنانٌ صغيرةٌ. تأكلُ أكثرُ ثدييّاتِ هذهِ المجموعةِ الحشراتِ التي تلتقطُها بألسنتِها الطويلةِ الدَّبقةِ. يظهرُ في **الشكلِ ١** حيوانانِ ثدييّانِ من هذهِ المجموعةِ.

الشكلُ ١ المدرَّعُ وآكلُ النمل



▲ يأكلُ المدرَّعُ الحشراتِ، والضفادعَ، والفُطرَ، والجذورَ. يلتفُّ المدرَّعُ المهدَّدُ بالخطرِ كالكرةِ، أو قد يقفزُ لإخافةِ المفترسِ. جسمُهُ محميٌّ بصفائحَ صُلبةٍ.



▲ آكلُ النملِ العملاقُ لا يحطِّمُ أبدًا جحورَ الحشراتِ التي يأكلُها. يفتحُ الجُحرَ ويأكلُ بضعَ حشراتٍ. ثُمَّ ينتقلُ إلى جُحرٍ آخرَ.



الخلدُ ذو الأنفِ النجميِّ له على أنفهِ لوامسُ حسّاسةٌ. هذه التراكيبُ تساعدهُ على إيجادِ ديدانٍ أرضٍ للأكلِ. حيواناتُ الخلدِ نظرُها ضعيفٌ.



تعيشُ القنافذُ في جميعِ أنحاءِ أوروبا، وآسيا، وأفريقيا. وأشواكُها تحفظُها من المفترساتِ.

الشكلُ ٢ آكلُ الحشراتِ

تحقَّق

فيمَ تختلفُ الأرانبُ عن القوارضِ؟

آكلةُ الحشراتِ

الثديياتُ التي تأكلُ الحشراتِ تسمّى آكلةَ الحشراتِ. تتضمَّنُ هذه المجموعةُ حيوانَيْ الخلدِ والقُنْفُذِ. أكثرُ آكلاتِ الحشراتِ صغيرةٌ، ولها أنوفٌ طويلةٌ مدبَّبةٌ تساعدُها على شمِّ غذائِها. وأدمغتُها صغيرةٌ وأسنانُها بسيطةٌ. يأكلُ بعضُها الديدانَ، والسمكَ، والضفادعَ، والسحاليَ، والثديياتِ الصغيرةَ، بالإضافةِ إلى الحشراتِ. يظهرُ في **الشكلِ ٢** آكلا حشراتٍ.

الشكلُ ٣ القوارض



تنمو قواطعُ النّيصِ باستمرارٍ مثلَ قواطعِ كلِّ القوارضِ.

القوارض

أكثرُ من ثلثِ أنواعِ الثديياتِ من القوارضِ. تعيشُ القوارضُ في جميعِ القارّاتِ، ما عدا القارَّةَ القطبيَّةَ الجنوبيَّةَ. تضمُّ القوارضُ السناجيبَ، والفئرانَ، والجرذانَ، وحيواناتِ النّيْصِ. أكثرُ القوارضِ لها شواربُ تحسُّ بها. والقوارضُ كلُّها لها مجموعةٌ واحدةٌ من القواطعِ في الفكِّ الأعلى. تقضِمُ القوارضُ وتمضغُ كثيرًا إلى درجةٍ تجعلُ أسنانَها تضعُفُ. ولكنَّها لا تتوقَّفُ عن المضغِ، لأنَّ قواطعَها تتجدَّدُ بشكلٍ مستمرٍ! يُظهرُ **الشكلُ ٣** نوعيْنِ من القوارضِ.



الكابيبارا الذي يعيشُ في أمريكا الجنوبيَّةِ هو القارضُ الأكبرُ في العالمِ. تقاربُ كتلةُ أنثاهُ 70 kg، ما يعادلُ كتلةَ رجلٍ بالغٍ.

الأرانبُ الداجنةُ والأرانبُ البرّيَّةُ

القوارضُ تشبهُ مجموعةً من الثديياتِ تتضمَّنُ الأرانبَ والأرانبَ البريَّةَ. انظرِ **الشكلَ ٤**. هذه المجموعةُ كالقوارضِ لها أسنانٌ قاضمةٌ حادَّةٌ. لكنَّها بخلافِ القوارضِ، تملِكُ مجموعتَيْنِ من القواطعِ في الفكِّ الأعلى. وذيولُها أقصرُ من ذيولِ القوارضِ.

تحقَّق

ماذا تفعلُ القوارضُ بقواطعِها الحادَّةِ؟

الشكلُ ٤ الأرانب

الأذنانِ الكبيرتانِ لهذا **الأرنبِ البرّيِّ** تساعدنهِ على السمعِ جيّدًا والبقاءِ منتعشًا. وهما تعملانِ أيضًا مع أنفٍ حسّاسٍ وعينَيْنِ كبيرتَيْنِ لاكتشافِ المفترساتِ.



الشكلُ ٥ الخفاشيات



هذا الخُفَّاشُ المرقَّطُ، يأكلُ كمعظمِ الخفافيشِ، حشراتٍ طائرةً. وهو يستخدمُ أذنَيْهِ الكبيرتَيْنِ أثناءَ تلقّيهِ الصدى.



خفافيشُ الفاكهةِ، المسمّاةُ أيضًا الثعالبَ الطائرةَ، تلقِّحُ النباتاتِ عندَما تطيرُ من نباتٍ إلى آخرَ لتأكلَ الفاكهةَ.

الخفّاشيّات

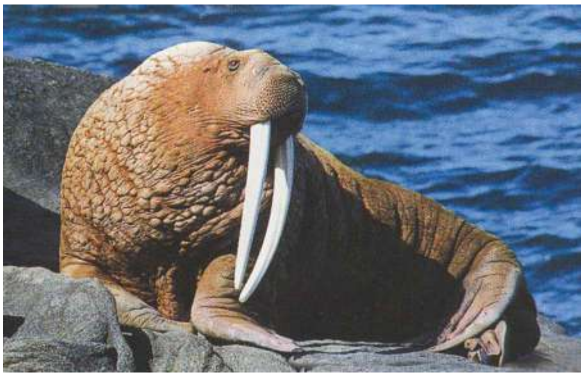
الخفافيشُ هي الثدييّاتُ الوحيدةُ التي تطيرُ. يَظهَرُ في **الشكل ٥** اثنانِ من أنواعِ الخفافيشِ. الخفافيشُ تَنْشَطُ في الليلِ. وتنامُ في المناطقِ الآمنةِ أثناءَ النهارِ. تأكلُ أكثرُ الخفافيشِ الحشراتِ أو الحيواناتِ الصغيرةَ الأُخرى. لكنَّ بعضَ الخفافيشِ تأكُلُ الفاكهةَ أو رحيقَ الأزهارِ. أنواعٌ قليلةٌ منها تشربُ دمَ الطيورِ أو الثدييّاتِ.

تستخدمُ أكثرُ الخفافيشَ الصدى لتهتديَ إلى غذائِها وطريقِها. وهيَ تُصدرِ ضوضاءَ نقرٍ أثناءَ طيرانِها. ترتدُّ أصداءُ النقرِ عن الأشجارِ، والصخورِ، والحشراتِ، فتعرفُ الخفافيشُ ما حولَها.

آكلاتُ اللحومِ

الثدييّاتُ، التي لها أنيابٌ كبيرةٌ وأضراسٌ خاصَّةٌ لتقطيعِ اللحمِ، تُسمّى آكلاتِ اللحومِ. الكثيرُ من ثدييّاتِ هذهِ المجموعةِ يأكُلُ اللحمَ فقط. لكنَّ بعضَها من آكلةِ النباتِ واللحمِ، أو من آكلةِ النباتِ. مثلاً: تأكلُ الدِّببَةُ السوداءُ العشبَ، والبندقَ، والتوتَ، ونادرًا ما تأكلُ اللحمَ. تتضمَّنُ مجموعةُ آكلاتِ اللحومِ القططَ، والكلابَ، وكلابَ الماءِ، والدِّببَةَ، وحيواناتِ الراكونِ، والضِّباعَ. مجموعةُ الثدييّاتِ، التي تعيشُ في البحارِ، تأكلُ السمكَ، فهيَ أيضًا آكلاتُ لحومٍ. عجولُ البحرِ، وأسودُ البحرِ، من تلك المجموعةِ. يظهرُ في **الشكلِ ٦** اثنانِ من آكلاتِ اللحومِ.

الشكلُ ٦ آكلاتُ اللحومِ



حيواناتُ الفَظِّ، كَكُلِّ آكلاتِ اللحومِ البحريَّةِ، تأكلُ في المحيطِ، لكنَّها تنامُ وتتزواجُ على اليابسةِ. تستخدمُ أنيابَها الضخمةَ في معرضِ المغازلةِ والدِّفاعِ، وتسلُّقِ الثلجِ.

ذئبُ البراري فردٌ من عائلةِ الكلبِ.



الخرطوميّات

الفيلَةُ هي الثدييّاتُ التي تتصِّفُ بأنَّ لها خرطومًا. الخرطومُ هو اتِّحادُ للشفةِ العليا والأنفِ. يستخدِمُ الفيلُ خرطومَهُ بالطريقةِ نفسِها التي نستخدِمُ بها أيدينا، وشفاهَنا، وأنوفَنا. وتستخدِمُ الفيلةُ خراطيمَها لوضعِ الغذاءِ في أفواهِها، ورشِّ الماءِ على ظهورِها طلبًا للبرودةِ. يُظهِرُ **الشكلُ ٧** نوعَيْنِ من الفيلَةِ.

الحافريّات

الخيولُ، والغِزْلانُ، والخرتيتُ قلَّةٌ من ثدييّاتٍ كثيرةٍ لها حوافرُ أو أظلافٌ أو خفوفٌ سميكةٌ. كلٌّ من الخُفِّ والحافرِ والظِّلفِ صفحةٌ سميكةٌ تغطّي إصبَعَ القدمِ وهو يشبِهُ ظُفرَ إصبعِ القدمِ أو المِخلَبَ، إلا أنَّهُ يغطّي الإصبعَ بكامِلِه. معظمُ الثدييّاتِ ذاتُ الحوافرِ عدّاءَةٌ سريعةٌ، ولها أضراسٌ مستويةٌ كبيرةٌ أيضًا. تساعدُ هذه الأسنانُ الثدييّاتِ ذاتَ الحوافرِ على طَحْنِ النباتاتِ التي تأكلُها.

تتضمَّنُ الثدييّاتُ ذاتُ الحوافرِ رتبتَيْنِ هما: ذاتُ الأصابعِ المفردةِ وذاتُ الأصابعِ المزدوجةِ. الثدييّاتُ ذاتُ الحوافرِ والأصابعِ المفردةِ لها إصبعٌ واحدةٌ أو ثلاثُ أصابعَ في كلِّ قدمٍ. الخيولُ والحميرُ الوحشيَّةُ والحميرُ الأهليَّةُ لها إصبعُ قدمٍ واحدةٌ ذاتُ حافرٍ كبيرٍ واحدٍ. الخِرْتيتُ له ثلاثُ أصابعِ قدمٍ. الثدييّاتُ ذاتُ الحوافرِ المزدوجةِ لها إصبعانِ أو أربعُ أصابعَ في كلِّ قدمٍ. الماشيةُ والجمالُ والغِزْلانُ والزرافاتُ مزدوجةُ الأصابعِ. يُظهِرُ **الشكلُ ٨** بعضَ الثدييّاتِ ذاتِ الحوافرِ.

الشكل ٧ الخُرطوميات



▲ الفيَلةُ حيواناتٌ اجتماعيَّةٌ. تعيشُ الإناثُ في قطعانٍ من الأمّاتِ، والبناتِ، والأخواتِ. هذه الفيَلةُ فيَلةٌ أفريقيَّةٌ.

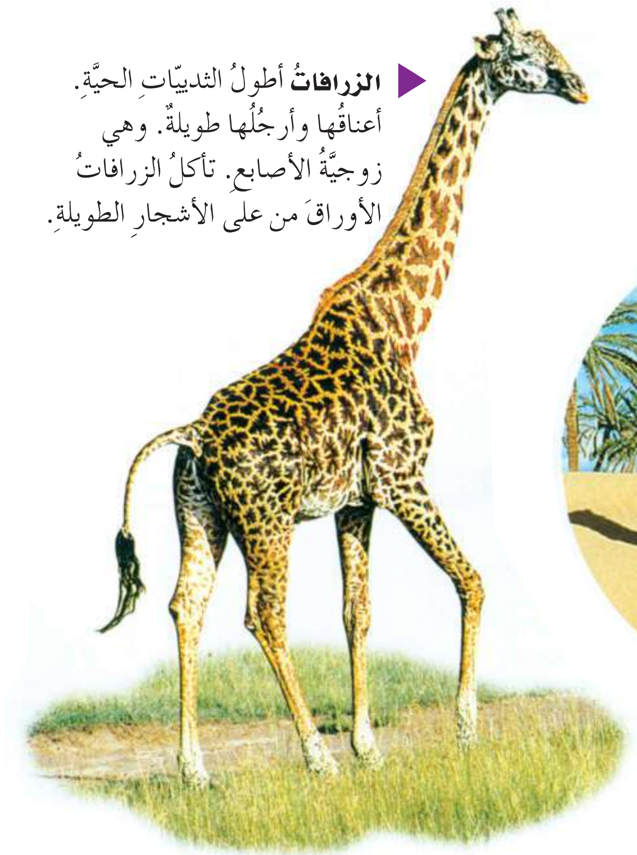


▲ هذهِ الفيلةُ الهنديَّةُ لها آذانٌ وأنيابٌ أصغرُ من أنيابِ الفيَلةِ الأفريقيَّةِ.

الشكل ٨ الحافريّات



◄ **الجمالُ** ذاتُ أصابعَ مزدوجةٍ. سنامُ الجملِ كتلةٌ كبيرةٌ من الدُّهنِ تزوِّدُهُ بالطاقةِ حينَ يندرُ الغذاءُ. تستطيعُ الجمالُ أن تعيشَ دونَ شربٍ وقتًا طويلاً. لذا يمكنُها أن تعيشَ في الأماكنِ الجافَّةِ جدًّا.



► **الزرافاتُ** أطولُ الثدييّاتِ الحيَّةِ. أعناقُها وأرجُلُها طويلةٌ. وهي زوجيَّةُ الأصابعِ. تأكلُ الزرافاتُ الأوراقَ من على الأشجارِ الطويلةِ.

الحوتيّات

الحوتيّاتُ مجموعةٌ من الثدييّاتِ تتكوّنُ مِنَ الحيتانِ، والدلافين. تعيشُ جميعُ الحيتانِ في الماءِ. يَظْهَرُ في **الشكلِ ٩** اثنانِ من نوعَيْ الحيتانِ. قد تبدو الحوتيّاتُ من النظرةِ الأولى أشبَهَ بالسمكِ منها بالثدييّاتِ. لكنَّها، بخلافِ السمكِ، تملكُ رئتينِ وتُرضِعُ صغارَها.

أغلبُ الحوتيّاتِ الكبيرةِ بلا أسنانٍ. وهي تتغذّى على حيواناتٍ صغيرةٍ من ماءِ البحرِ شبيهةٍ بالربيانِ. أمّا الدلافينُ والحيتانُ القاتلةُ فلَها أسنانٌ تُساعدُها على الأكلِ. تستخدِمُ هذه الحيواناتُ الصدى كالخفافيشِ للعثورِ على السمكِ والحيواناتِ الأخرى.

تحقَّقْ

فيمَ تختلفُ الحيتانُ عن الأسماكِ؟

الشكلُ ٩ الحوتيّات

▼ **الحوتُ ذو السنام** بلا أسنانٍ. وهو، مثلُ كلِّ الحيتانِ عديمةِ الأسنانِ، يعُبُّ من ماءِ البحرِ عبرَ صفائحَ خاصّةٍ في فمِه. هذه الصفائحُ مصنوعةٌ من مادَّةٍ تُسمّى **البالينَ**. تحصُرُ صفائحُ البالينِ حيواناتٍ بحريَّةً صغيرةً جدًّا ليأكلَها الحوتُ.





▲ **بقرةُ البحرِ** وهي نوعٌ من الحيتانِ يسبحُ ببطءٍ قريبًا من الشاطئ.

رابطُ فنونٍ لغويّةٍ

القردُ غيرُ التقليديِّ

في أجزاءٍ كثيرةٍ من العالم، قضتِ المدنُ على مواطنِ الرئيسيّاتِ الطبيعيَّةِ. فانتقلتْ بعضُ الرئيسيّاتِ إلى المدينةِ وتبنَّتْ أساليبَ حياةٍ جديدةً. فقد اشتُهِرَ قردُ الماكاكِ بسرقةِ الآيس كريم من الأطفالِ، أو بالقفزِ على الحافلاتِ لجولةٍ قصيرةٍ! اكتبْ قصَّةً عن الناسِ الذينَ يعيشونَ مع القرَدةِ في مدينةٍ.

تحقّقْ

أيُّ ميزاتٍ تساعدُ رئيسيّاتٍ كثيرةً على العيشِ فوقَ الأشجارِ؟

الرئيسيّات

يصنِّفُ العلماءُ القرودَ والنسانيسَ والبشرَ في مجموعةٍ يسمُّونَها **الرئيسيّات**. هذه الحيواناتُ لها خمسةُ أصابعَ في كلِّ يدٍ، وخمسةُ أصابعَ في كلِّ قدَمٍ. معظمُها ذاتُ أظافرَ مستويةٍ بدلاً من المخالبِ. وأدمغتُها أكبرُ من أدمغةِ أكثرِ الثديياتِ الأخرى التي تماثلُها في الحجمِ. وهي تعتبرُ ثدييّاتٍ ذكيَّةً جدًّا. للرئيسيّاتِ تنظيماتٌ لأعضاءِ الجسمِ فريدةٌ، تساعدُها على القيامِ بأشياءَ معقَّدةٍ. مثلاً: كلٌّ من الرئيسيّاتِ له عينانِ متَّجهتانِ إلى الأمامِ، ويمكنُهُ أن يركِّزَ النظرَ في نقطةٍ دقيقةٍ. والإبهامُ لدى الرئيسيّاتِ تقابلُ الأصابعَ الأخرى في اليدِ، مما يسمحُ لها بحملِ الأجسامِ.

تعيشُ رئيسيّاتٌ كثيرةٌ على الأشجارِ. وهي تتسلَّقُها بأيديها وأقدامِها. وتسمحُ لها مفاصلُ الكتفِ المرنةُ بالتأرجحِ بينَ الفروعِ. وهي تأكلُ الأوراقَ والثمارَ. بعضُ الرئيسيّاتِ تتعقَّبُ حيواناتٍ أخرى. يَظْهَرُ في **الشكلِ ١٠** بعضُ الرئيسيّاتِ.

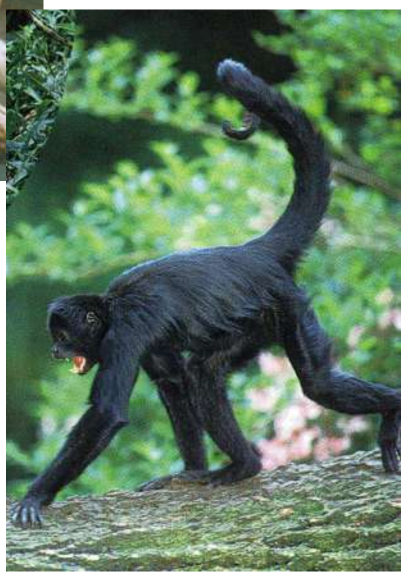
الشكلُ ١٠ الرئيسيّات



الأورانج أوتان وقرودٌ أُخرى تمشي منتصبةً على رجلَيْن. وللقرودِ أدمغةٌ وأجسامٌ أكبرُ مما لدى النسناسِ.



النسناسُ الخُرطوميُّ له أنفٌ كبيرٌ. أنوفُ الذكورِ أكبرُ من أنوفِ الإناثِ. هذا الاختلافُ يجعلُ العلماءَ يتساءلونَ إن كانَ أنفُ الذكرِ أداةَ جذبٍ للأنثى.



النسناسُ ذو ذيل يستطيعُ الإمساكَ بفروعِ الشجرِ. وذراعاهُ الطويلتانِ، ورجلاهُ وذيلُهُ، تساعدُه على التنقُّلِ بينَ الأشجارِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- تتشكَّلُ الثدييّاتُ المشيميَّةُ وتنمو داخلَ رحمِ الأمِّ أثناءَ فترةِ الحمل. تُرضِعُ الإناثُ المشيميّاتُ صغارَها بعدَ الولادةِ.
- آكلُ النملِ والمدرَّعُ، والكسلانُ، لديها عمودٌ فقريٌّ فريدٌ.
- يأكلُ الخلدُ ديدانَ الأرضِ (تشبهُ الفأرَ) وتأكلُ القنافذُ الحشراتِ.
- السناجيبُ، والجرذانُ، وحيواناتُ النَّيْص قوارضُ.
- الأرانبُ الداجنةُ، والأرانبُ البريَّةُ، تشبهُ القوارضَ، لكنَّ لها زوجًا إضافيًّا من القواطعِ.
- الخفافيشُ ثدييّاتٌ طائرةٌ.
- القططُ، والكلابُ، والدِّبَبَةُ، وأُسُودُ البحرِ، وحيواناتُ الفظِّ، آكلاتُ لحوم.
- الخيولُ، والحميرُ الوحشيَّةُ والأهليَّةُ، والغزلانُ، والخرتيتُ، والزرافاتُ ثدييّاتٌ ذاتُ حوافرَ.
- الفِيَلَةُ ثدييّاتٌ ذاتُ خراطيمَ.
- الحيتانُ والدلافينُ حوتيّاتٌ.
- القرودُ والنسانيسُ ثدييّاتٌ رئيسةٌ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمِ المفردتيْنِ التاليتيْنِ في جملةٍ واحدةٍ: **الثدييُّ المشيميُّ وفترةُ الحمْلِ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. جنينُ الثدييِّ المشيميِّ يتشكَّلُ وينمو في:
   أ. الرحمِ.
   ب. المشيمةِ.
   ج. كيسٍ.
   د. بيضٍ جلديٍّ.

٣. هل يمكنُ أن تميِّزَ الحصانَ من الغزالِ بالنظرِ إلى أرجلِهِ وحدَها؟ علِّلْ إجابتَك.

٤. هاتِ مثالاً واحدًا على كلِّ نوعٍ من الثدييّاتِ المشيميَّةِ الموصوفةِ في القسمِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

٥. **استدلال**: ما فترةُ الحملِ؟ لماذا في رأيك فترةُ حملِ الفيلَةِ أطولُ من فترةِ حملِ الفئرانِ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدمْ صورةَ الحيوانِ هذهِ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليها.



٦. إلى أيِّ مجموعةٍ من الثدييّاتِ المشيميَّةِ ينتمي هذا الحيوانُ؟ كيف تعرفُ؟

٧. لماذا لا يمكنُ لهذا الحيوانِ أن يكونَ قارضًا؟

٨. لماذا لا ينتمي هذا الحيوانُ إلى الرئيسيّاتِ؟

القسمُ
٤

الثدييّاتُ البيوضةُ والكيسيَّةُ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ الاختلافَ بين الثدييّاتِ البيوضةِ والثدييّاتِ الكيسيَّةِ.
- يسمّي نوعَي الثدييّاتِ البيوضةِ.
- يعطي ثلاثةَ أمثلةٍ على الثدييّاتِ الكيسيَّةِ.
- يفسّرُ لماذا الكثيرُ من الثدييّاتِ الكيسيَّةِ مهدَّدةٌ بالانقراض، أو انقرضَتْ فعلاً.

المفرداتُ والمفاهيم

الثدييّاتُ البيوضةُ

الثدييّاتُ الكيسيَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

تلخيص: اقرأْ هذا القسمَ، بصمت. شكّل ثنائيًا. تناوبْ أنتَ وزميلُك على تلخيص المادّة. توقّفًا لمناقشةِ الأفكارِ التي تبدو غيرَ واضحة .

هل تعلمُ أن معظمَ الثدييّاتِ تلدُ صغارًا، وبعضُها يضعُ بيضًا يفقسُ عن صغار؟

الثدييّاتُ المشيميَّةُ تولدُ صغيرةً ومتطوِّرةً بشكلٍ جيِّدٍ. لكنَّ الثدييّاتِ البيوضةَ تضعُ البيضَ. والثدييّاتُ الكيسيَّةُ الوليدةُ تظلُّ بحاجةٍ إلى شهورٍ من النموِّ والتشكُّلِ في كيسِ الأمِّ.

الثدييّاتُ البيوضةُ

الثدييّاتُ البيوضةُ Monotremes حيوانٌات ثدييَّةٌ تضعُ البيضَ. للثدييّاتِ البيوضةِ كلُّ ميزاتِ الثدييّاتِ، بما في ذلك الغدَدُ اللبنيَّةُ، والحجابُ الحاجزُ، والشعرُ. وهي كغيرِها من الثدييّاتِ، لها درجةُ حرارةِ جسمٍ ثابتةٌ. تضعُ أنثى الثدييّاتِ البيوضةِ بيضًا مغلَّفًا بقشرةٍ جلديَّةٍ سميكةٍ. وتستخدمُ طاقةَ جسمِها لإبقاءِ بيضِها دافئًا. بعد أن تفقسَ الصغارُ البيضَ، تعتني الأمُّ بها وتغذِّيها باللبنِ. ليس للثدييّاتِ البيوضةِ حلماتٌ كالثدييّاتِ الأخرى. صغارُ الثدييّاتِ البيوضةِ تلعقُ اللبنَ من فتحاتٍ في الجلدِ تفرزُ اللبنَ من غددٍ لبنيَّةٍ.

الثدييُّ البيوضُ: الثدييُّ الذي يضعُ البيضَ.

القنفذيّاتُ

ثلاثةُ أنواعٍ باقيةٌ فقط من الثدييّاتِ البيوضةِ، نوعانِ منها قنفذيّان. تكونُ القنفذيّاتُ بحجمِ القطّةِ المنزليَّةِ. وتمكِّنُها مخالبُها الكبيرةُ وأنوفُها الطويلةُ من إخراجِ حشراتِ النملِ العاديِّ والنملِ الأبيضِ من بيوتِها. يُظهِرُ **الشكلُ ١** نوعَيْنِ من القنفذيّاتِ.

الشكلُ ١ القُنْفُذيّات

قنفذُ النملِ ذو الأنفِ الطويلِ يعيشُ في غينيا الجديدةِ.



آكلُ النملِ ذو الأنفِ القصيرِ يعيشُ في أستراليا وغينيا الجديدةِ.



منقارُ البطِّ

حيوانُ منقارِ البطِّ من الثدييّاتِ البيوضةِ الأُخرى الباقية. لا يوجدُ اليومَ من منقارِ البطِّ على قيدِ الحياةِ سوى نوعٍ واحدٍ فقطْ. وهوَ يعيشُ في أستراليا. ويبدو مختلفًا جدًّا عن الثدييّات الأخرى. في **الشكلِ ٢** يظهرُ حيوانُ منقارِ البطِّ.

منقارُ البطِّ حيوانٌ ثدييٌّ يعيشُ ويتغذّى في الأنهارِ والبركِ. له أقدامٌ غشائيَّةٌ وذيلٌ مستوٍ لمساعدتِهِ على التحرُّكِ في الوسطِ المائيِّ. وله منقارٌ مطاطيٌّ مفلطحٌ يستخدمُهُ للبحثِ عن الغذاءِ. ويستخدمُ مخالبَهُ لحفرِ الأنفاقِ على ضفافِ الأنهارِ. ويضعُ منقارُ البطِّ بيضَهُ في هذهِ الأنفاقِ.

تحقَّقْ

كيفَ يستخدمُ حيوانُ منقارِ البطِّ منقارَهُ؟

الثدييّاتُ الكيسيَّةُ

لعلَّكَ تعرفُ أنَّ أنثى الكنغرِ تحملُ صغيرَها في كيسٍ. الكنغرُ والثدييّاتُ الكيسيَّةُ ذاتُ الأكياسِ تُسمّى **الثدييّاتِ الكيسيَّةَ** **Marsupials**. والثدييّاتُ الكيسيَّةُ كجميعِ الثدييّاتِ، لها غددٌ ثدييَّةٌ، وشعرٌ، وأسنانٌ متخصِّصةٌ. الثدييّاتُ الكيسيَّةُ، بخلافِ منقارِ البطِّ، تلدُ صغارًا حيَّةً. كما أنَّ نموَّ وتشكُّلَ الحيوانِ الكيسيِّ فريدانِ، لأنَّ الكيسيّاتِ الوليدةَ تواصلُ تنميةَ وليدِها في كيسِ الأمِّ. وتبقى المواليدُ الجددُ في أكياسِ الأمهاتِ عدَّةَ شهورٍ.

ما يعيشُ من الثدييّاتِ الكيسيَّةِ اليومَ يبلغُ حواليْ ٢٨٠ نوعًا. أكثرُها يعيشُ في أستراليا، وغينيا الجديدةِ، وأمريكا الجنوبيَّةِ.

الثدييُّ الكيسيُّ: ثدييٌّ يحملُ صغيرَهُ ويغذّيهِ في كيسٍ خارجيٍّ.



رابطُ علمِ البيئةِ

الثدييّاتُ الكيسيَّةُ الأستراليَّةُ في خطرٍ. أدخلتْ أنواعٌ أُخرى بشكلٍ اصطناعيٍّ إلى أنظمةِ أستراليا البيئيَّةِ الفريدةِ. هذه الأنواعُ الجديدةُ تنافسُ الكيسيّاتِ المحليَّةَ على الغذاءِ وأماكنِ العيشِ. هناكَ طريقةٌ وحيدةٌ لإيقافِ استقدامِ النوعِ الجديدِ إلى أستراليا، هو أن يدركَ الناسُ مخاطرَ استقدامِ هذا النوعِ. أعِدَّ ملصقًا يوضِّحُ لماذا يجبُ على الإنسانِ أن يكونَ حذرًا من إطلاقِ الحيواناتِ الأليفةِ أو الحيواناتِ الأجنبيَّةِ في براري بلادِهِ.

الشكل ٢ تحتَ الماءِ، يغمضُ منقارُ البطِّ عينَيْهِ ويغلقُ أذنيهِ، ويستعملُ منقارَهُ ليجدَ الغذاءَ.



الكيس

تولدُ الكيسيّاتُ في مرحلةٍ مبكرةٍ من تشكلِّها ونموِّها. تولدُ بعد بضعةِ أيّامٍ أو أسابيعَ فقطْ من الإخصابِ. عندَ الولادةِ، تكونُ الكناغرُ الوليدةُ صغيرةً كالنحلِ الطنّانِ. يظهرُ في **الشكل ٣** كنغرٌ وليدٌ جديدٌ. الكيسيّاتُ الوليدةُ تكونُ بلا شعرٍ. وتكونُ أطرافُها الأماميَّةُ وحدَها متطوِّرةً جدًّا. تستعملُ هذه الأطرافَ لتجرَّ نفسَها عبر فراءِ أمِّها إلى كيسٍ على بطنِها. كناغرُ كثيرةٌ تعملُ هذا دونَ أيِّ مساعدةٍ من أمّاتِها. توجدُ داخلَ الكيسِ غددٌ لبنيَّةٌ. يرتفعُ المولودُ الجديدُ في مزالجَ ليصلَ إلى حلمةٍ، ويبدأُ بشربِ اللبنِ. الكناغرُ الصغيرةُ، تبقى في كيسِ الأمِّ لعدَّةِ شهورٍ. وعندَما تتركُ الكيسَ، تتركُهُ فقطْ لفتراتٍ قصيرةٍ من الوقتِ.



الشكل ٣ هذا الكنغرُ الوليدُ الجديدُ سيبقى في كيسِ أمِّهِ لعدَّةِ شهورٍ وهو مستمرٌّ في التطوُّرِ.

تحقَّقْ

ما حجمُ الكنغرِ الوليدِ؟

أنواعُ الكيسيّاتِ

الكيسيّاتُ المشهورةُ الظاهرةُ في **الشكلِ ٤** قد تكونُ مألوفةً لديك. لكنْ يوجدُ الكثيرُ من الكيسيّاتِ غيرِ المألوفةِ. تعيشُ أكثرُ الكيسيّاتِ في أستراليا وحولَها.

الشكلُ ٤ الكيسيّات



▲ الكوالا تنامُ حوالي ١٨ ساعةً كلَّ يومٍ. وتأكلُ أوراقَ الكينا.



▲ صغارُ الكنغرِ التي تتركُ كيسَ الأمِّ، تعودُ إليهِ عندَ ظهورِ أيِّ إشارةِ خطرٍ.

مُراجعةُ القِسْمِ

ملخَّص

- الثدييّاتُ البيوضةُ تضعُ البيضَ. وتنتجُ لبنًا لكن ليس لها أثداءٌ.
- أنواعٌ ثلاثةٌ باقيةٌ من الثدييّاتِ البيوضةِ. نوعان منها هما القنفذيّاتِ ومنقارُ البطِّ.
- تلدُ الكيسيّاتُ صغارَها حيَّةً، لكنَّ الصغارَ لا تكونُ تامَّةَ التطوَّر عندَ الولادة. تنهي الصغارُ تطوُّرَها في كيسِ الأمِّ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المفرداتِ التاليةِ في جملةٍ مستقلّةٍ: **الثدييّاتِ البيوضةِ**، **الثدييّاتِ الكيسيَّةِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ من الميزاتِ التاليةِ هي مشتركةٌ بين الثدييّاتِ البيوضةِ والثدييّاتِ الكيسيَّةِ؟
   أ. تفقسُ الصغارُ البيضَ.
   ب. بعضُ الأنواعِ منهما تعيشُ في أمريكا الجنوبيَّةِ.
   ج. ليس لإناثِها أثداءٌ.
   د. تُنتِجُ الإناثُ لبنًا.

٣. اذكرْ نوعَيْنِ من الثدييّاتِ البيوضةِ.

٤. سمِّ نوعَي الثديياتِ الكيسيَّةِ.

٥. فيمَ تختلفُ الثدييّاتُ البيوضةُ عن جميعِ الثدييّاتِ الأخرى؟ وفيمَ تتشابهُ؟

مهاراتُ رياضيّاتٍ

٦. ما النسبةُ المئويّةُ للثدييّاتِ البيوضةِ ضمنَ ٥٠٠٠ نوعٍ من الثدييّاتِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **مقارنة**: فيمَ تُشبهُ الثدييّاتُ البيوضةُ الطيورَ؟ وفيمَ تختلفُ عنها

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعة المفرداتِ والمفاهيم

١. استخدم المفرداتِ التاليةَ في جملةٍ واحدة: الغدّةَ اللبنيةَّ، الثدييّاتِ المشيميةَّ، الثدييّاتِ الكيسيةَّ، الثدييّاتِ البيوضةَ.

وضِّح المقصودَ بالمفرداتِ والمفاهيمِ التالية:

٢. الحجابِ الحاجز.

٣. فترةِ الحمْل.

٤. الاستبدال.

٥. الريشِ الزغبيِّ.

٦. احتضانِ البيض.

٧. الريشِ المحيطيِّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٨. كلٌّ من الطيورِ والزواحف:
أ. تضعُ البيضَ.
ب. تحضُنُ صغارَها.
ج. لها أكياسٌ هوائيَّةٌ.
د. لها ريشٌ.

٩. الثدييّاتُ فقط
أ. تستخدِمُ الإخصابَ الداخليَّ.
ب. تُرضِعُ صغارَها.
ج. تضعُ البيضَ.
د. لها أسنانٌ.

١٠. أيٌّ من التالي **ليسَ** من الرئيسيّات؟
أ. الأورانج أوتان.
ب. الإنسان.
ج. منقارُ البطِّ.
د. الشمبانزي.

١١. الثدييّاتُ البيوضةُ:
أ. لا غددَ لبنيَّةً لها.
ب. لا تهتمُّ بصغارِها.
ج. لا تلدُ صِغارَها حيَّةً.
د. لا شعرَ لها.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٢. كيف يساعدُ الريشُ المحيطيُّ والريشُ الزغبيُّ الطيورَ؟

١٣. ما أوجهُ الاختلافِ بينَ الطيورِ التي لا تطيرُ، والطيورِ المائيَّةِ، والطيورِ الجاثمةِ، والطيورِ الجارحةِ؟

١٤. ما الميزةُ التي مكَّنتِ الثدييّاتِ القديمةَ من البحثِ عن الغذاءِ ليلاً؟

١٥. صفْ طريقتَيْنِ تهدِّدُ بهما الحيواناتُ المستقدَمةُ إلى أستراليا الكيسيّاتِ المحليَّةَ.

١٦. أين تعيشُ معظمُ الكيسيّاتِ؟

١٧. ما علاقةُ الجهازِ الهضميِّ للطيرِ بقدرتِهِ على الطيرانِ؟

١٨. كيف تتوقَّعُ أن يكونَ الاختلافُ بين لبنِ أنواعِ الثدييّاتِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١٩. خريطةُ المفاهيمِ: استخدمِ المفرداتِ التاليةَ لرسمِ خريطةِ مفاهيمَ: الثديياتِ البيوضةِ ذواتِ الدمِ الحارِّ، طيورًا، ثديياتٍ، غددًا لبنيَّةً، ثديياتٍ مشيميةً، الكيسياتِ، ريشًا، شعرًا.

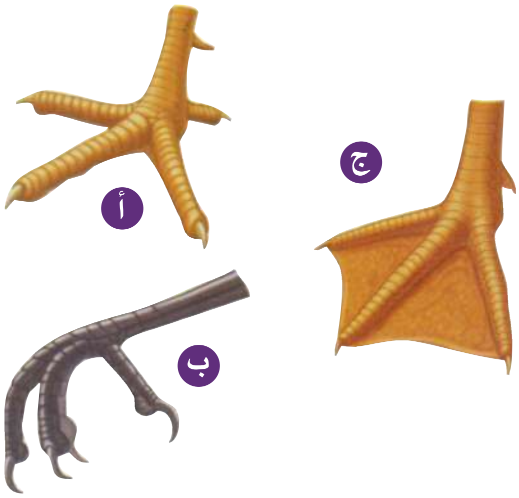
٢٠. مقارنة: أجنَّةُ الطيورِ والثديياتِ البيوضةِ تحصُلُ على الطاقةِ من محِّ البيضِ. كيف تحصُلُ أجنَّةُ الثديياتِ الكيسيّةُ والثديياتِ المشيميَّةِ على حاجتِها من الغذاءِ؟

٢١. استدلال: أكثرُ الخفافيشِ والحوتياتِ تستخدمُ الصدى. لماذا لا تعتمدُ هذه الثديياتُ فقط على البصرِ وحدَهُ للصيدِ والإحساسِ ببيئاتِها المحيطةِ؟

٢٢. استدلال: افترضْ أنَّكَ شاهدْتَ طيرًا يطيرُ فوقكَ، وله أقدامٌ جلديَّةٌ ومنقارٌ حادٌّ طويلٌ. ما المجموعةُ التي ينتمي إليها هذا الطيرُ في رأيكَ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

الرسومُ التوضيحيَّةُ التاليةُ تُظهرُ ثلاثةَ أنواعٍ مختلفةٍ من أقدامِ الطيورِ. استخدمْها للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تلي الرسومَ.



٢٣. أيُّ قدمٍ تعودُ، على الأغلبِ، إلى طيرٍ مائيٍّ؟ علِّلِ اختيارَكَ.

٢٤. أيُّ قدمٍ، على الأغلبِ، تعودُ إلى الطيورِ الجاثمةِ؟ علِّلِ اختيارَكَ.

٢٥. إلامَ تعودُ، في رأيِكَ، القدمُ الباقيةُ؟ علِّلْ إجابتَكَ.

الوَحدة

ج

مواردُ الأرضِ

ستتعلَّمُ في هَذهِ الوَحدةِ عن أسرارِ تاريخِ الأرض، بما فيها الأحداثُ التي وقعَتْ، وكيفَ توصَّلَ العلماءُ إلى فهمٍ أفضلَ لكوكبِنا.

الخط الزمني

١٦٣٨

وُلدَ في الدانمركِ نيكولاس ستينو، واضعُ مبدأ التعاقبِ الطبقيِّ.

١٨٩٦

اكتشفَ هنري بيكوريل التحلُّلَ الطبيعيَّ لليورانيوم، مُمَهِّدًا لاستخدامِ العناصرِ المشعَّةِ «كساعاتٍ» لقِياسِ الزمنِ الجيولوجيِّ.

١٩٥٨

بدأَ العملُ على القياسِ المستمرِّ لنسبةِ ثاني أكسيدِ الكربونِ في الغلافِ الجوّيِّ، لأنَّها ارتفعَتْ نتيجةً لحرقِ الوقودِ الأحفوريِّ.

١٦٨١

بسببِ النشاطاتِ البشريّةِ انقرضَ طائرُ الدودو الذي لا يطيرُ.



١٨٦٠

تمَّ في ألمانيا اكتشافُ بقايا أحفوريّةٍ للآركايوبتركس، وهو النوعُ الذي قد يُشكِّلُ همزةَ الوصلِ بينَ الزواحفِ والطيورِ.



١٩٤٧

طوَّرَ ويلارد ليبي طريقةً لتأريخِ الأشياءِ التي تعودُ إلى ما قبلَ التاريخِ، عبرَ استخدامِ الكربونِ المُشعّ.



١٩٨٦

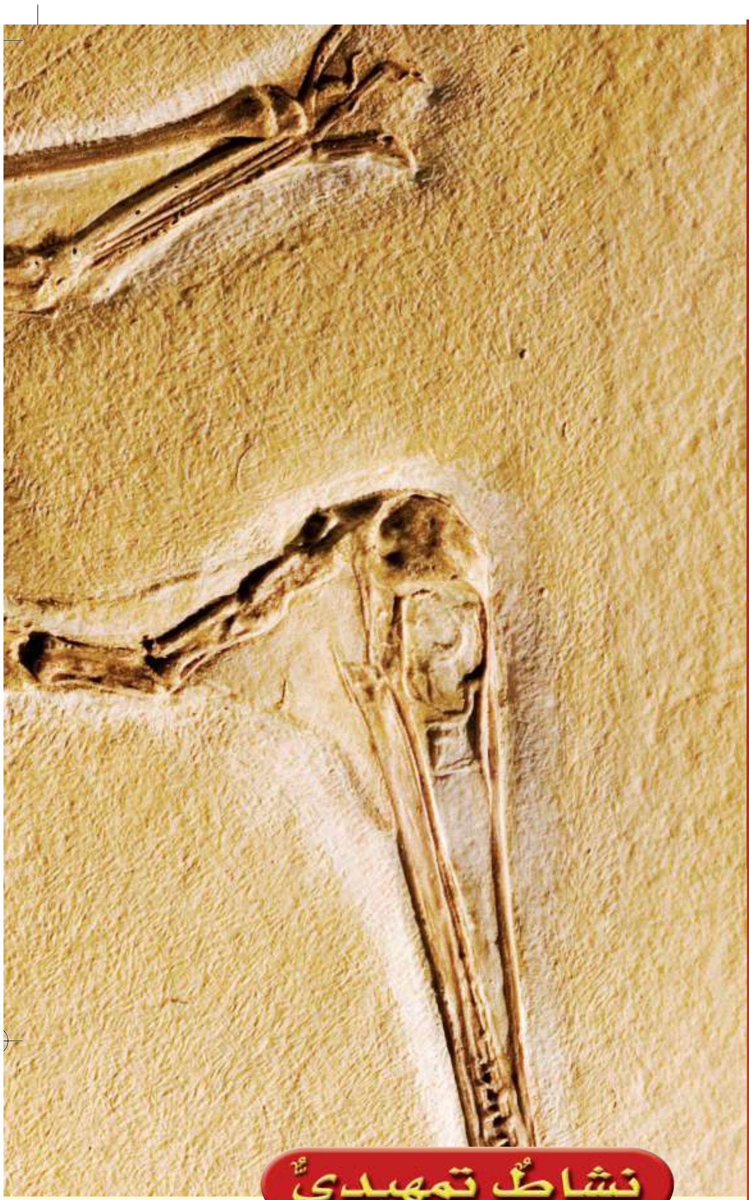
وقعَ حادثُ تشرنوبيلَ النوويُّ الذي أدّى إلى مقتلِ ٣١ شخصًا، ناهيك بتعرُّضِ ٦٠٠٠٠٠ شخصٍ للإشعاعاتِ النوويّةِ.

١٩٩٣

استخرجَ الدكتورُ جورج بويز حمضًا نوويًّا من أنسجةِ حشرةٍ عمرُها ١٢٥ مليونَ سنةٍ كانَتْ محبوسةً في قطعةِ كهرمانَ وُجدَتْ في لبنانَ.

الفصل ٧

سجلُّ الصخورِ والأحافيرِ



الفكرةُ الرئيسةُ

تساعدُنا دراسةُ سجلِّ الصخورِ والأحافيرِ على فهمِ تاريخِ الأَرضِ وتاريخِ الحياةِ عليها.

القسم

حولَ الصورة

هذه الأحفورةُ لبيتروصور قصيرِ الذيل يُعرفُ بالزاحفِ المجنَّح. وقد حُفظَتْ أجزاءٌ من جسمِهِ ورقبتِهِ الثعبانيَّة. تعودُ هذه الأحفورةُ إلى ٥٠ مليون سنةٍ. وقد اكتشفَتْ في إيشتات الألمانيَّة، وحُفظَتْ في متحفِها.

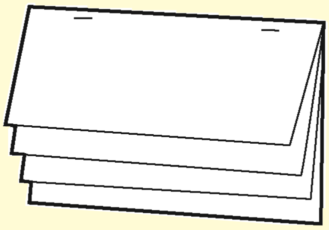
نشاطٌ تمهيديٌّ

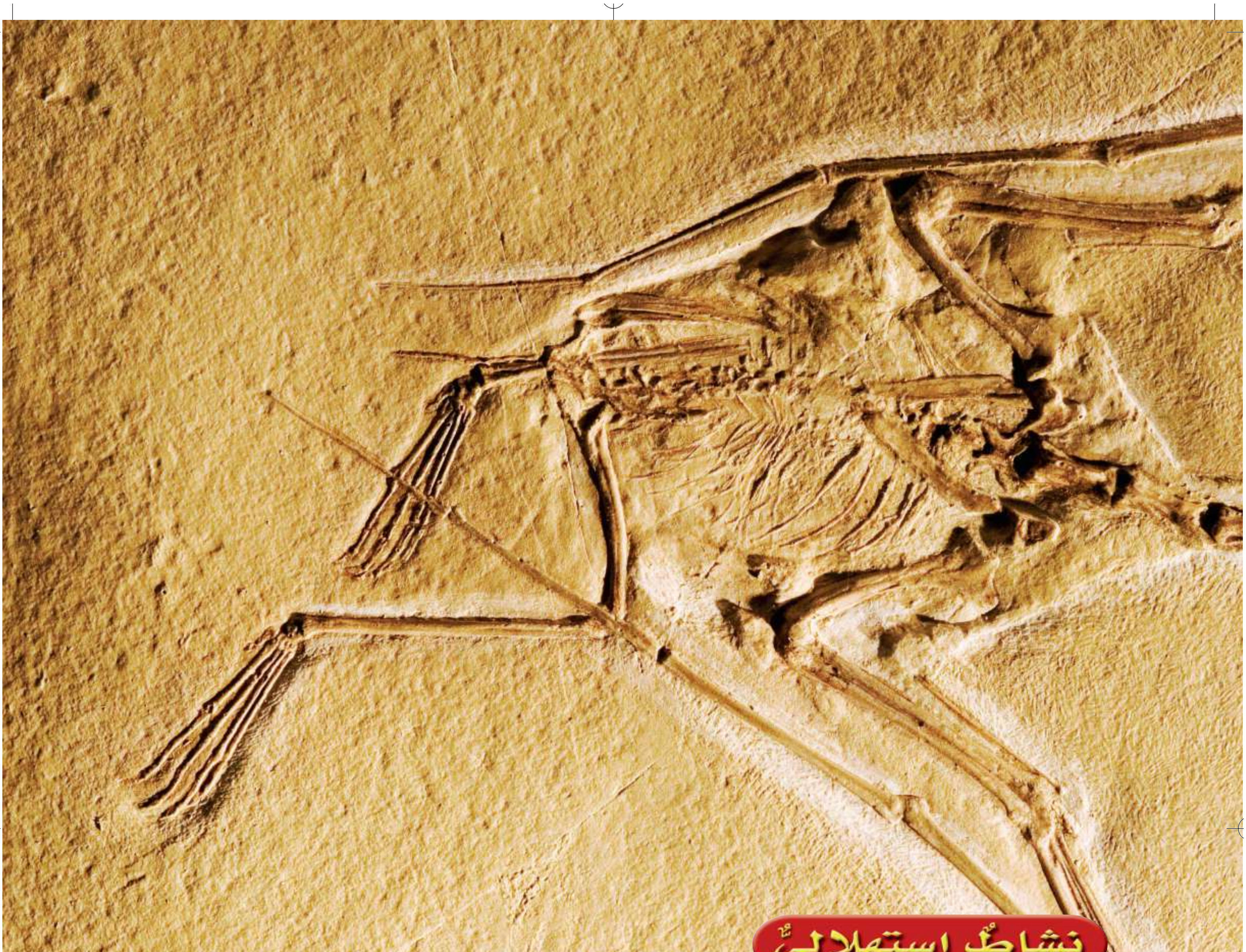
ملف الملاحظات

كتابٌ من طبقات:

قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قمْ بإعدادِ **الكتابِ من طبقات**.

ثم ضعْ على البطاقاتِ عناوينَ أبوابِ الكتاب: «الأحافيرُ» و«الزمنُ الجيولوجيّ». أثناءَ قراءةِ الفصل، سجِّلْ تحتَ العنوانِ المناسبِ المعلوماتِ التي تتعلَّمُها عن كلِّ بابٍ من الأبوابِ المصنَّفةِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

تكوُّنُ الأحافيرِ

كيفَ يتعلَّمُ العلماءُ من الأحافيرِ؟ في هذا النشاطِ ستدرسُ «الأحافيرَ» وتحدِّدُ مما تكوَّنَ كلُّ أحفورةٍ.

الخُطوات

١. ستُعطى مع ثلاثةٍ من زملائِكَ أو أربعةٍ **بضعَ قطعٍ** من **المعجونِ** لصنعِ النماذجَ، و**كيسَ ورقٍ** فيه بعضُ **الأشياءِ الصغيرةِ**.

٢. اغرزْ كلَّ قطعةٍ من هذهِ الأشياءِ على قطعةِ المعجونِ، واضغطْ عليها بشدَّةٍ. حاولْ أن تجعلَها تتركُ أثرَ «أحفورةٍ» يُظهرُ أكثرَ ما يمكنُ من تفاصيلِها.

٣. بعدَ أن تنتهيَ من أخذِ أثرٍ مطبوعٍ لكلِّ قطعةٍ من هذه الأشياءِ، تبادلْ معَ زملائِكَ نماذجَ الأحافيرِ.

٤. صفْ أحافيرَكَ على **ورقةٍ**، وعدِّدْ ما استطعْتَ من تفاصيلِها. ما الأنماطُ التي تلاحظُها؟

٥. اعملْ ضمنَ فريقٍ لتحديدِ كلِّ أحفورةٍ، وتحقَّقْ من نتائجِك. هلْ كنْتَ على صوابٍ؟

التحليل

١. أيُّ نوعٍ من التفاصيلِ كانَ مُهمًّا أثناءَ تحديدِ هويَّةِ الأحافيرِ؟ ما التفاصيلُ الّتي لم تُحفظْ في الأثرِ المطبوعِ للأحفورةِ؟ مثلاً، هلْ يُمكنُكَ أن تميِّزَ الموادَّ التي تتألَّفُ منها الأشياءُ التي استخدمْتَها كأحافيرَ، أو أن تميِّزَ ألوانَها؟

٢. وضِّحْ كيفَ يتّبعُ العلماءُ طرقًا مماثلةً عندما يدرسونَ الأحافيرَ.

القسمُ ١

معرفةُ تاريخِ الأرضِ

كيفَ تتكوَّنُ الجبالُ؟ كيفَ يتكوَّنُ الصخرُ الجديدُ؟ كمْ يبلغُ عمرُ الأرضِ؟ هل سبقَ أن طرحتَ هذه الأسئلةَ؟ هذا ما فعلَهُ مزارعٌ وعالمٌ اسكوتلنديٌّ يُدعى جيمسْ هاتون، منذ ٢٥٠ سنةً تقريبًا.

أمضى هاتون أكثرَ من ثلاثينَ سنةً يدرسُ تكويناتِ الصخورِ في اسكوتلندا وإنكلترا، ليجدَ إجاباتٍ عن أسئلتِه. فأسَّسَ علمَ الجيولوجيا الحديثةِ.

مبدأُ الوتيرةِ الواحدةِ

في العامِ ١٧٨٨ جمعَ جيمسُ هاتون ملاحظاتِه وكتبَ مؤلَّفَه نظريَّةُ الأرضِ معلنًا فيه أنَّ الحاضرَ مفتاحُ الماضي. هذا يعني، أن العمليّاتِ التي نرصدُها اليومَ، كالانجرافِ والترسُّبِ، تبقى متشابهةً، أو لا تتغيَّرُ مع مرورِ الزمنِ. ويُسمّى هذا الافتراضُ اليومَ الوتيرةَ الواحدةَ. **الوتيرةُ الواحدةُ Uniformitarianism** هي الفكرةُ القائلةُ بأن العمليّاتِ الجيولوجيَّةَ الّتي تُحدِّدُ شكلَ الأرضِ اليومَ هي نفسُها العمليّاتُ التي كانَتْ فاعلةً على مرِّ تاريخِ الأرضِ. يُظهرُ **الشكلُ ١** كيفَ طوَّرَ هاتونُ هذه الفكرةَ.

مؤشّراتُ الأداءِ

- يقارنُ بينَ مبدأِ الوتيرةِ الواحدةِ ومبدأِ الكارثيَّةِ.
- يصفُ كيفَ تغيَّرتْ علومُ الأرضِ منذُ مئتَيْ سنةٍ.
- يوضِّحُ دورَ علمِ الحفريّاتِ القديمةِ في دراسةِ تاريخِ الأرضِ.

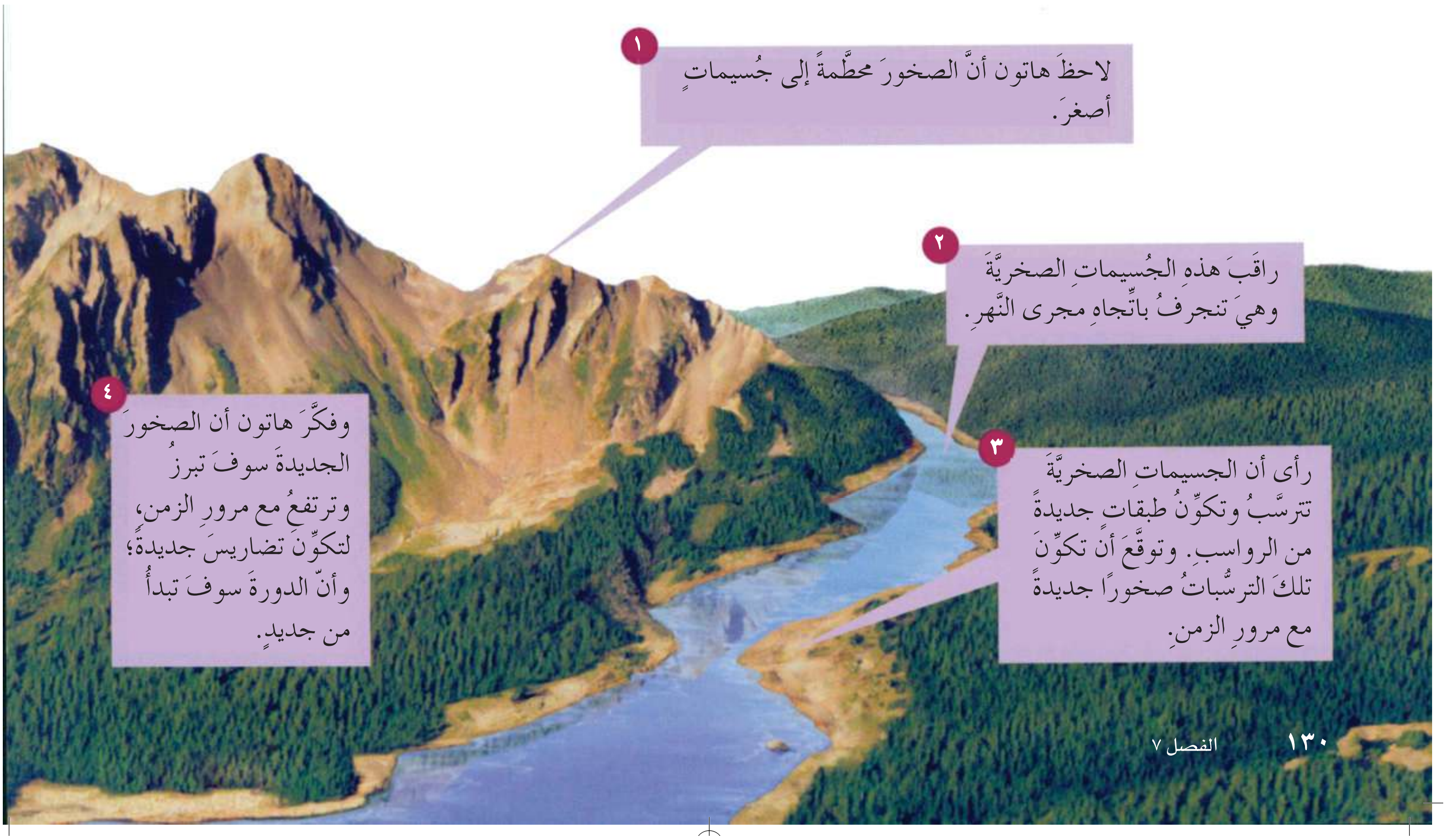
المفرداتُ والمفاهيمُ

الوتيرةُ الواحدةُ
الكارثيَّةُ
الباليونتولوجيا

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: أثناءَ قراءةِ هذا القسمِ، ضعْ جدولاً يقارنُ بينَ الوتيرةِ الواحدةِ والكارثيَّةِ.

الشكلُ ١ لاحظَ هاتون تغيُّرًا جيولوجيًّا مُتشابهًا ومتدرِّجًا.





الشكلُ ٢ تظهرُ هذه الصورةُ «سيكار بوينت» على ساحلِ اسكوتلندا، وهو أحدُ المواقعِ التي عاينَ فيها هاتون نتائجَ العمليّاتِ الجيولوجيَّةِ التي قادتْهُ فيما بعد إلى وضعِ مبدأ الوتيرة الواحدةِ.

الوتيرةُ الواحدةُ مقابلَ مبدأ الكارثيَّةِ

أثارَتْ نظريّاتُ هاتون جدلاً علميًّا، لأنها أوحَتْ بأنَّ الأرضَ أقدمُ بكثيرٍ مما كانَ يُعتقدُ سابقًا. ففي زمنِ هاتون كانَ معظمُ الناسُ يعتقدونَ بأنَّ عمرَ الأرضِ بضعةُ آلافٍ من السنينَ. هذهِ الآلافُ القليلةُ من السنينَ لا تكفي لإتمامِ العمليّاتِ الجيولوجيَّةِ المتدرِّجةِ التّي وصفَها هاتون باعتبارِها العمليّاتِ التي شكَّلَتْ كوكبَنا. فالصخورُ التي عاينَها في موقعِ «سيكار بوينت»، والظاهرةُ في **الشكلِ ٢**، صخورٌ ترسَّبَتْ ثم تعرَّضَتْ للطيِّ، ممّا يدلُّ على تاريخٍ جيولوجيٍّ مديدٍ. لكنَّ معظمَ العلماءِ كانوا، في تفسيرِهم لتاريخِ الأرضِ، منحازين لمبدأ **الكارثيَّةِ** Catastrophism، وهو المبدأُ القائلُ بأنَّ كلَّ التغيُّراتِ الجيولوجيَّةِ تحدثُ فجأةً. فقدْ كانوا يظنّونَ أنَّ تضاريسَ الأرضِ، كالجبالِ والأخاديدِ والبحارِ، تكوَّنَتْ أثناءَ أحداثٍ فجائيَّةٍ نادرةٍ تُسمّى الكوارثَ؛ وأنَّ هذهِ الأحداثَ التي من الصعبِ على الإنسانِ تخيُّلُها، تسبَّبَتْ في تغيُّراتٍ جيولوجيةٍ متسارعةٍ شملَتْ مناطقَ شاسعةً، وكانَتْ أحيانًا على نطاقٍ عالميٍّ.

الوتيرةُ الواحدةُ: مبدأٌ يقولُ بأنَّ العمليّاتِ الجيولوجيَّةَ التي حدثَتْ في الماضي يمكنُ تفسيرُها بالعمليّاتِ الجيولوجيَّةِ التي تحدثُ اليومَ.

الكارثيَّةُ: مبدأٌ يقولُ بأن التغيُّرَ الجيولوجيَّ يحدثُ فجأةً.

تحقَّقْ

كيفَ كانتْ وتيرةُ التغيُّرِ الجيولوجيِّ بحسبِ مؤيّدي مبدأ الكارثيَّةِ؟

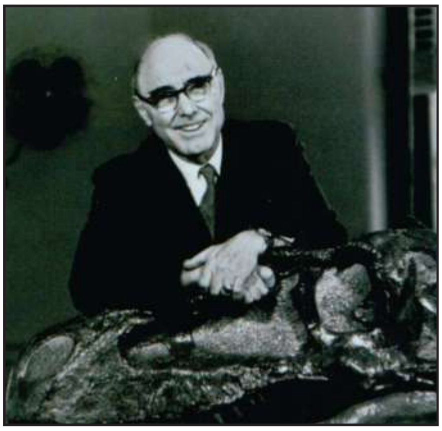
انتصارُ لمبدأ الوتيرةِ الواحدةِ

على الرُّغمِ مما حقَّقَتْهُ أبحاثُ هاتون، فإنَّ مبدأَ الكارثيَّةِ قد ظلَّ المبدأَ الموجِّهَ لعلمِ الجيولوجيا طوالَ عقودٍ من الزمنِ. ولم يبدأ المعنيّونَ بالنظرِ جدّيًّا في مبدأ الوتيرةِ الواحدةِ كمبدأ موجِّهٍ للجيولوجيا، إلاّ بعدَ نتائجِ الأبحاثِ التي أجراها عالمُ الجيولوجيا تشارلز لايل.

فقد وضعَ لايل في فترةِ ١٨٣٠ – ١٨٣٣، ثلاثةَ مجلَّداتٍ، نُشرَتْ كلُّها تحتَ عنوانٍ واحدٍ هو **مبادئُ الجيولوجيا**، أعادَ فيها طرحَ مبدأ الوتيرةِ الواحدةِ. ونجحَ في تحدّي مبدأ الكارثيَّةِ، مُتسلِّحًا بملاحظاتِ هاتون وبأدلَّةٍ جديدةٍ جمعَها بنفسِه. ولم يجدْ لايلُ سببًا يدعوه إلى الشكِّ في حقيقةِ أنَّ التغيُّراتِ الجيولوجيَّةَ الكبرى حدثَتْ في الماضي بالوتيرةِ نفسِها التي تحدثُ بها في الحاضرِ، أي بالتَّدرُّجِ.

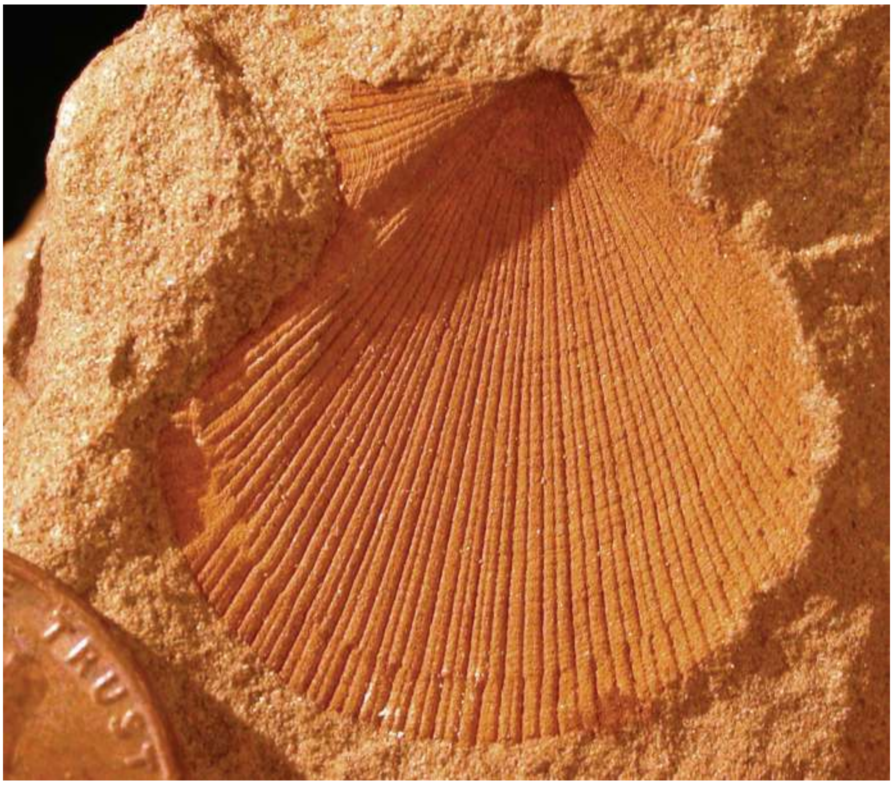
علمُ الحياةِ الغابرة: الباليونتولوجيا

يبقى تاريخُ الأرضِ ناقصًا إذا افتقرَ إلى معرفةِ الكائناتِ الحيَّةِ التي سَكَنَتْ كوكبَنا، والظروفِ الّتي عاشَتْ فيها. والعلمُ الذي يدرسُ الحياةَ الغابرةَ يُسمّى **الباليونتولوجيا** Paleontology. يعتمدُ الباليونْتولوجيّون في جمعِ معلوماتِهم على دراسةِ الأحافيرِ. والأحافيرُ بقايا كائناتٍ حيَّةٍ حفظَتْها عمليّاتٌ جيولوجيَّةٌ. بعضُ الباليونتولوجيّينَ يتخصَّصون في دراسةِ كائناتٍ حيَّةٍ معيَّنةٍ. فباليونْتولوجيُّ اللافقاريّاتِ يدرسُ الحيواناتِ التي ليسَ لها عمودٌ فقريٌّ، في حين أن باليونتولوجيَّ الفقاريّاتِ يدرسُ الحيواناتِ ذاتَ السلسلةِ الفقريَّةِ، مثلَ العالمِ المبيَّنِ في **الشكلِ ٣**. وهناكَ علماءُ الحفريّاتِ النباتيَّةِ الذينَ يدرسونَ الأحافيرَ النباتيَّةَ؛ وعلماءُ البيئةِ القديمةِ الذينَ يعيدونَ بناءَ النظمِ البيئيَّةِ، ويدرسونَ الآثارَ التي خلَّفَتْها الحيواناتُ، ويعيدونَ تركيبَ الظروفِ التي تكوَّنتْ فيها الأحافيرُ. وكما ترى، فإنَّ دراسةَ الحياةِ الغابرةِ متنوِّعةٌ ومعقّدةٌ كتنوُّعِ تاريخِ الأرضِ نفسِها.



الشكلُ ٣ كانَ أودين كولبرت باليونتولوجيَّ فقاريّاتٍ في القرنِ العشرينَ. قدّمَ إسهاماتٍ مهمّةً لدراسةِ الديناصورات.

الباليونتولوجيا: الدراسةُ العلميَّةُ للأحافير.



الشكلُ ٤ تُساعدُ الأحافيرُ العلماءَ على دراسةِ الحياةِ الغابرةِ.

ملخّص

- تفترضُ وتيرةُ الوحدةِ أنّ التغيُّراتِ الجيولوجيَّةَ متدرِّجةٌ. بينما تستندُ الكارثيَّةُ إلى فكرةِ أنَّ التغيُّراتِ الجيولوجيَّةَ فجائيَّةٌ.
- العلمُ الذي يدرسُ الأحافيرَ لمعرفةِ الحياةِ القديمةِ يُسمَّى الباليونتولوجيا.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. استخدمْ كلَّ مفردةٍ من المفرداتِ التاليةِ في جملةٍ مُستقلَّةٍ: **الوتيرةَ الواحدةَ، الكارثيَّةَ، الباليونتولوجيا**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٢. أيُّ من الكلماتِ التاليةِ تصفُ التغيُّرَ بحسبِ مبدأ الوتيرةِ الواحدةِ؟
   أ. فجائيّ.
   ب. نادر.
   ج. عالميّ.
   د. متدرِّج.

٣. ما الفرقُ بينَ الوتيرةِ الواحدةِ والكارثيَّةِ؟

٤. صفْ كيفَ تغيَّرَ علمُ الجيولوجيا؟ هل التغيُّراتُ التي تشهدُها الأرضُ حاليًّا يتطابقُ مع مبدأ الوتيرةِ الواحدةِ؟

٥. هاتِ مثالاً واحدًا على تغيُّرٍ عالميٍّ كارثيٍّ.

٦. صفْ عملَ ثلاثةِ أنواعٍ من اختصاصاتِ الباليونتولوجيّين .

مهاراتُ رياضيّاتٍ

٧. نتجَ عن اصطدامِ كويكبٍ بالأرضِ فوَّهةٌ شعاعُها 85 km ما مساحتُها؟

(مُلاحظة: مساحةُ الدائرةِ πr^2)

تفكيرٌ ناقدٌ

٨. **تحليلُ الأفكارِ**: لماذا تُعدُّ الوتيرةُ الواحدةُ أساسَ الجيولوجيا الحديثةِ؟

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ**: هاتِ مثالاً على نوعِ كارثةٍ حديثةِ العهدِ.

القسمُ
٢

العمرُ النسبيُّ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يوضّحُ كيفَ يُستخدمُ العمرُ النسبيُّ في الجيولوجيا.
- يشرحُ مبدأَ تعاقبِ الطبقاتِ.
- يصفُ كيفَ يُستخدمُ القطاعُ الجيولوجيُّ في العمرِ النسبيِّ.
- يحدّدُ حدثَيْنِ يصدّعانِ طبقاتِ الصخورِ.
- يوضّحُ كيفَ تُستخدمُ المعالمُ الفيزيائيَّةُ لتحديدِ الأعمارِ النسبيَّةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

العمرُ النسبيُّ
تعاقبُ الطبقاتِ
القطاعُ الجيولوجيُّ
عدمُ التوافقِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظّمُ القراءةِ: أثناءَ قراءةِ هذا القسمِ، ضعْ مخطّطًا لمفاهيمِهِ الأساسيَّةِ مُستخدمًا عناوينَهُ.

تخيَّلْ أنكَ ضابطُ تحرّياتٍ تحقِّقُ في مسرحِ جريمةٍ. ما هو أوَّلُ شيءٍ ستفعلُهُ؟

قد تباشرُ العملَ في رفعِ البصماتِ أو البحثِ عن شهودٍ. وستحاولُ أن تتوصَّلَ إلى فهمٍ لتسلسلِ الأحداثِ التي حصلَتْ قبلَ أن تقعَ الجريمةُ.

إنّ للجيولوجيّينَ هدفًا مشابهًا، عندَما يحقّقونَ لاكتشافِ معلوماتٍ وحقائقَ عنِ الكرةِ الأرضيَّةِ. فهم يسعونَ إلى تحديدِ التسلسلِ الذي حصلَتْ بهِ الأحداثُ على مرِّ تاريخِ كوكبِ الأرضِ. لكنْ، عوضًا عنِ الاعتمادِ على البصماتِ والشهودِ، يعتمدُ العلماءُ على الصخورِ والأحافيرِ التي تساعدُهم في تحقيقاتِهم. وعمليّةُ ترتيبِ الأحداثِ بحسبِ حدوثِها بعضِها بالنسبةِ إلى بعضٍ دونَ أن نحدِّدَ متى وقعَتْ أو كم من الزمنِ انقضى على حدوثِها، تُسمّى **العمرَ النسبيَّ Relative dating**.

مبدأُ تعاقبِ الطبقاتِ

افترضْ أن شقيقًا لك يكبُرُكَ سنًّا، يكثُرُ من التقاطِ الصورِ لأفرادِ العائلةِ ويجمعُها في علبةٍ، بعضَها فوقَ بعضٍ. وافترضْ أنه لم يكفَّ طوالَ السنينِ، عن إضافةِ صورٍ جديدةٍ إلى مجموعتِهِ في العلبةِ. فكِّرْ في تاريخِ العائلةِ المسجَّلِ في هذهِ الصورِ. ما الصورُ الأقدمُ عهْدًا؟ الصورُ التي التقطَها لك شقيقُكَ عندَما كنْتَ طفلاً رضيعًا. وما الصورُ الأحدثُ عهدًا؟ تلكَ التي التقطَها لكَ في الأسبوعِ الماضي.

إنّ طبقاتِ الصخورِ الرسوبيَّةِ، كهذهِ المبيَّنةِ في **الشكل ١**، أشبهُ بالصورِ المجموعةِ في العلبةِ. فكلما انتقَلْتَ من أعلى إلى أسفلَ، تكونُ الطبقاتُ أكثرَ قِدمًا. والمبدأُ الذي يقولُ بأنَّ الصخورَ الأحدثَ عهدًا تقعُ فوقَ الصخورِ الأقدمِ بتعاقبٍ لا يشوبُهُ خللٌ، يُسمّى مبدأَ **تعاقبِ الطبقاتِ Superposition**. تكونُ كلُ طبقةٍ أحدثَ من الطبقةِ الموجودةِ تحتَها ما لم تتعرَّضْ لعواملَ طيٍّ شديدةٍ أو تصدُّعٍ قويٍّ، تغيِّرُ من تتابعِها الأصليِّ.



الشكل ١ طبقاتُ الصخورِ شبيهةٌ بالصورِ التي تُكدَّسُ على مرِّ الزمنِ. الأحدثُ منها تقعُ فوقَ الأقدمِ.

قُوًى تؤدي إلى عقباتٍ أمامَ تطبيقِ مبدأ تعاقُبِ الطبقاتِ

ليستْ كلُّ طبقاتِ الصخورِ مرتَّبةً من أسفلَ إلى أعلى، على أساسِ تعاقُبِ الأحدثِ فوقَ الأقدمِ. فهناكَ قُوًى في داخلِ الأرضِ تُخلُّ بهذا التعاقبِ لبعضِ الطبقاتِ الصخريَّةِ. هذه القوى تستطيعُ أن تؤدي إلى إمالةِ الطبقاتِ الصخريَّةِ أو طيِّها، وإلى كسرِ نظامِ تعاقُبِها، لتحوِّلها إلى كتلٍ متحرِّكةٍ. أحيانًا يجدُ الجيولوجيّونَ أن نظامَ التعاقبِ لبعضِ الطبقاتِ الصخريَّةِ مقلوبًا رأسًا على عقبٍ. هذا الإخلالُ بمبدأ تعاقُبِ الطبقاتِ الصخريَّةِ يضعُ تحدِّيًا أمامَ الجيولوجيّينَ الذينَ يحاولونَ تحديدَ الأعمارِ النسبيَّةِ للصخورِ. ولحُسنِ الحظِّ، يستطيعُ الجيولوجيّونَ الاستعانةَ بأداةٍ مهمَّةٍ جدًّا، هي القطاعُ الجيولوجيُّ.

العمرُ النسبيُّ: ترتيبُ الأحداثِ بحسبِ حدوثِها بعضِها بالنسبةِ إلى بعضٍ، دون أن نحدِّدَ متى وقعَتْ أو كم من الزمنِ انقضى على حدوثِها.

تعاقبُ الطبقاتِ: مبدأٌ يقولُ بأنّ الصخورَ الأحدثَ عهدًا تقعُ فوقَ الصخورِ الأقدمِ، ما لم يخلَّ شيءٌ بتتابعِها الأصليِّ.

القطاعُ الجيولوجيُّ: ترتيبٌ لطبقاتٍ صخريَّةٍ بحيثُ تكونُ فيه الطبقاتُ الصخريَّةُ الأقدمُ في الأسفلِ.

القطاعُ الجيولوجيُّ

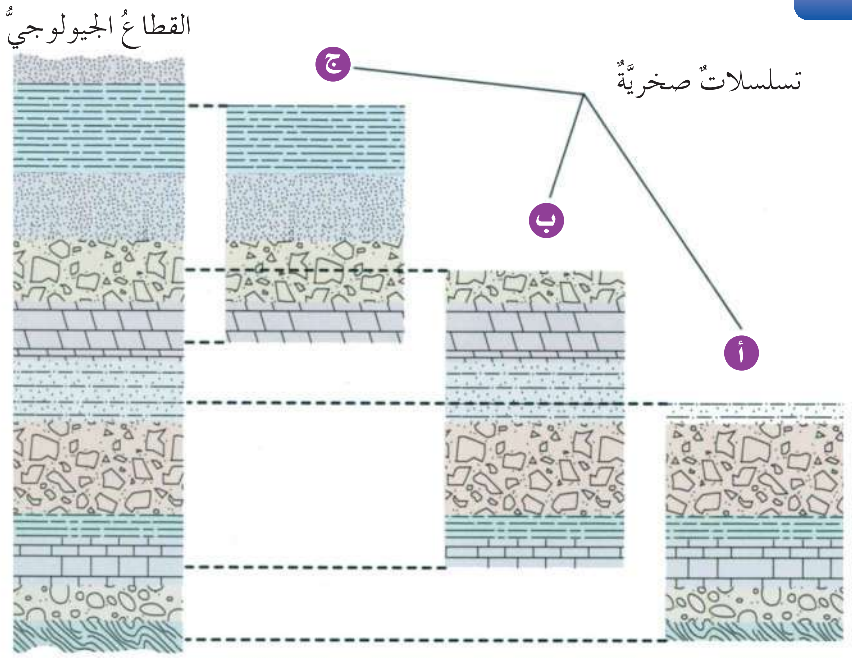
لتسهيلِ عملِهم، يجمعُ الجيولوجيّونَ معلوماتٍ من كلِّ مواقعِ الأرضِ المعروفةِ بطبقاتِها الصخريَّةِ التي لم يتعرَّضْ تعاقبُها الطبقيُّ للاختلالِ. من هذهِ المعلوماتِ، يضعُ الجيولوجيّونَ القطاعَ الجيولوجيَّ، كما نرى في **الشكل ٢**. **القطاعُ الجيولوجيُّ** Geologic column تسلسلٌ مثاليٌّ لطبقاتِ الصخورِ التي تتضمَّنُ كلَّ الأحافيرِ والتكويناتِ الصخريَّةِ المعروفةِ على الأرضِ، مرتَّبةً بالتسلسلِ من الأقدمِ إلى الأحدثِ.

يعتمدُ الجيولوجيّونَ على القطاعِ الجيولوجيِّ لتفسيرِ تسلسُلِ طبقاتِ الصخورِ، كما يستخدمونَهُ لتحديدِ طبقاتٍ صخريَّةٍ مرتَّبةٍ بنظامِ تعاقبٍ مثيرٍ للحيرةِ.

تحقَّقْ

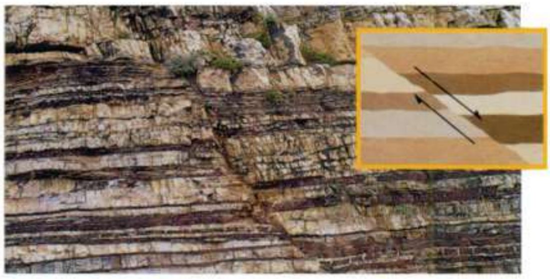
اذكرْ طريقتَيْن يستخدمُ فيهما الجيولوجيّون القطاعَ الجيولوجيَّ.

الشكل ٢ بناءُ القطاعِ الجيولوجيِّ



ترى هنا ثلاثةَ تسلسلاتٍ صخريَّةٍ (**أ**، **ب**، و**ج**) من ثلاثةِ مواقعَ مختلفةٍ. بعضُ طبقاتِ الصخورِ تظهرُ في أكثرَ من تسلسلٍ واحدٍ. يبني الجيولوجيّونَ القطاعَ الجيولوجيَّ بدمجِ تسلسلاتِ طبقاتٍ صخريَّةٍ متعاقبةٍ زمنيًّا من أنحاءِ العالمِ.

الشكلُ ٣ كيفَ يختلُّ تراكبُ طبقاتِ الصخور



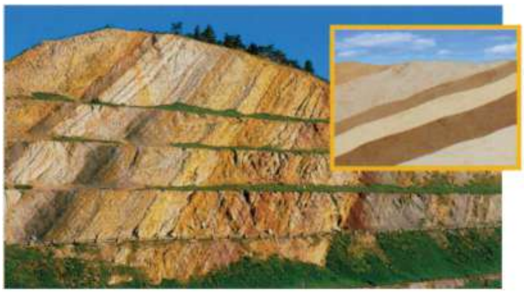
الصدعُ انكسارٌ في القشرةِ الأرضيَّةِ، تنزلقُ على طولِهِ كتلٌ من القشرةِ، الواحدةُ بالنسبةِ إلى الأخرى.



الاندساسُ صخرٌ منصهرٌ يشقُّ طريقَهُ إلى داخلِ صخرٍ موجودٍ ويبردُ فيه.



الطّيُّ يحدثُ الطيُّ عندما تنثني طبقاتُ الصخورِ وتتحدَّبُ بفعلِ قوًى داخليَّةٍ في الأرضِ.



المَيلُ يحدثُ المَيلُ حينَ تتحدَّرُ طبقاتُ الصخرِ وتُصبحُ مائلةً بفعلِ قوًى داخليَّةٍ.

الحالاتُ التي تشكِّلُ عقباتٍ أمامَ تطبيقِ مبدأ تعاقبِ الطبقاتِ

هناكَ تراكيبُ جيولوجيَّةٌ ثانويَّةٌ يؤدّي تكوُّنُها إلى تغيُّرِ نظامِ التتابعِ الذي ترسَّبَتْ عليه الطبقاتُ، وتُشكِّلُ هذه الحالاتُ عقباتٍ أمامَ تطبيقِ مبدأ تعاقبِ الطبقاتِ لتحديدِ العمرِ النسبيِّ الصحيحِ، كالصدوعِ والاندساساتِ الناريَّةِ.

أحداثٌ تعيقُ تطبيقَ مبدأ تعاقبِ طبقاتِ الصخرِ

يفترضُ الجيولوجيّونَ أن طريقةَ ترسُّبِ الرواسبِ لتكوِّنَ طبقاتِ الصخورِ بشكلٍ أفقيٍّ، لم تتغيَّرْ عبرَ الزمنِ. بالاستنادِ إلى هذا المبدأ، نقولُ: إذا لم تكنْ طبقاتُ الصخرِ أفقيَّةً في تعاقبِها أو ترتيبِها، فهذا يعني أن شيئًا قد أخلَّ بهما بعدَ تكوُّنِها. يسمحُ هذا المبدأُ للجيولوجيّينَ بتحديدِ العمرِ النسبيِّ لطبقاتِ الصخورِ، والأحداثِ التي اختلَّ ترتيبُها.

يمثِّلُ الطيُّ والميلُ والصدوعُ والاندساساتُ أنواعًا من الأحداثِ التي أخلَّتْ بتراكبِ طبقاتِ الصخورِ. ويُبيِّنُ **الشكلُ ٣** نتائجَ الطيِّ والميلِ في طبقاتِ الصخورِ.

فجواتٌ في القطاعِ: عدمُ التوافق

يمكنُ للصدوعِ، والاندساساتِ الصخريَّةِ، وتأثيراتِ الطيِّ والميلِ، أنْ تُشكِّلَ تحدِّيًا لعمليةِ تأريخِ الصخورِ. بالإضافةِ إلى ذلك تكونُ هناكَ أحيانًا طبقاتٌ صخريَّةٌ مفقودةٌ كليًّا في القطاعِ الجيولوجيِّ. لنفكِّرْ في الأمرِ بطريقةٍ أخرى: لنفترضْ أنّكَ تجمعُ أعدادَ الصحيفةِ الّتي تقرأُها يوميًّا، فتُكدِّسُها الواحدةَ فوقَ الأخرى بعدَ أن تفرغ من قراءتِها. دعْنا الآن نفترضْ أنكَ تريدُ أن تراجعَ الصحيفةَ التي طالعْتَها قبلَ عشرةِ أيّامٍ، وأنك تعرفُ أن هذا العددَ ينبغي أن يكونَ العاشرَ ضمنَ المجموعةِ المُكدَّسةِ. لكنَّكَ تبحثُ عنهُ فلا تجدُهُ. ماذا حدث؟ ربّما غابَ عن بالكَ يومذاك، أن تضعَ الصحيفةَ في مكانِها مع المجموعةِ المكدَّسةِ. والآنَ، تخيَّلْ طبقةً صخريَّةً مفقودةً عوضًا عن عددِ الصحيفةِ المفقود.

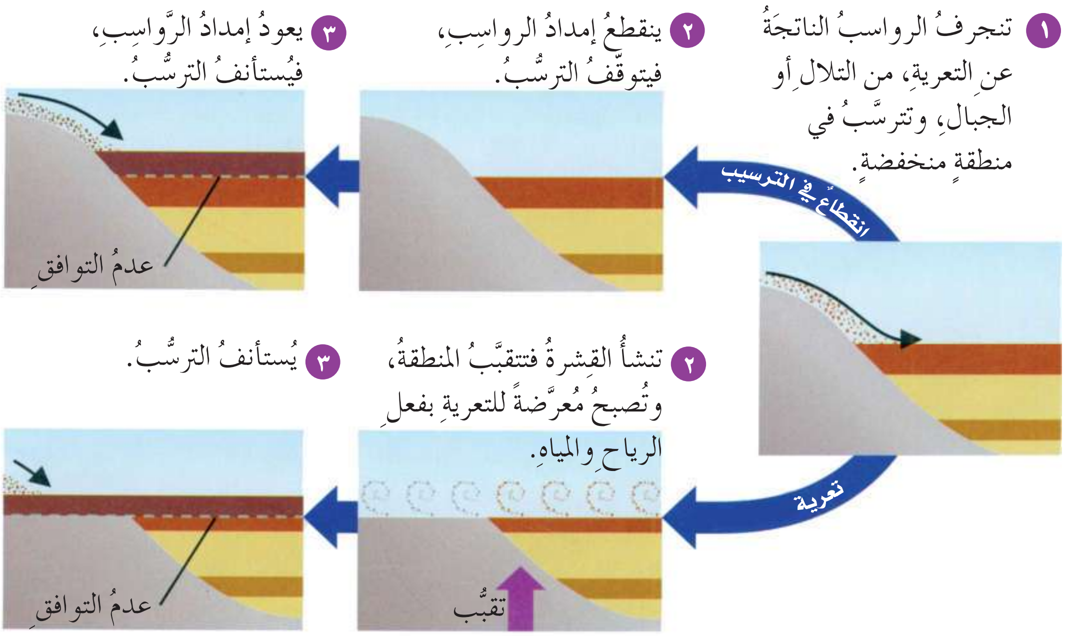
عدمُ التوافق: انقطاعٌ في القطاعِ الجيولوجيِّ ينشأُ حينَ تتعرّى طبقاتُ الصخورِ، أو حينَ يتوقَّفُ ترسُّبُ الرواسبِ لفترةٍ طويلةٍ من الزمنِ.

الأدلَّةُ المفقودةُ

تُحدثُ الطبقاتُ الصخريَّةُ المفقودةُ انقطاعًا في نظامِ تعاقبِ الطبقاتِ الصخريَّةِ، يُسمّى عدمَ التوافقِ. **عدمُ التوافق** Uncoformity سطحٌ بينَ انقطاعٍ في الترسيبِ أو تعريةٍ بينَ مجموعتَيْنِ من الطبقاتِ، يمثِّلُ زمنًا مفقودًا، أو صخورًا مختلفةً من القطاعِ الجيولوجيِّ. لذلكَ، حينَ يعثُرُ الجيولوجيّونَ على عدمِ توافقٍ، يكونُ عليهم أن يتساءلوا عمّا إذا كانَتْ هذه «الطبقةُ المفقودةُ» قدْ وُجدتْ في وقتٍ من الأوقاتِ، ثمَّ أزيلَتْ بطريقةٍ ما، أم أنّها لم تكنْ موجودةً إطلاقًا. يوضِّحُ **الشكلُ ٤** كيفَ أنّ **عدمَ التوافقِ** ينشأُ من كلا **التعريةِ** و**انقطاعِ الترسيبِ**، أي توقُّفِ الترسُّبِ، حين ينقطعُ الإمدادُ بالرواسبِ.

تحقَّقْ
عرِّفْ مفردة عدمِ التوافقِ.

الشكلُ ٤ كيفَ يتكوَّنُ عدمُ التوافق



حالاتُ عدمِ التوافق

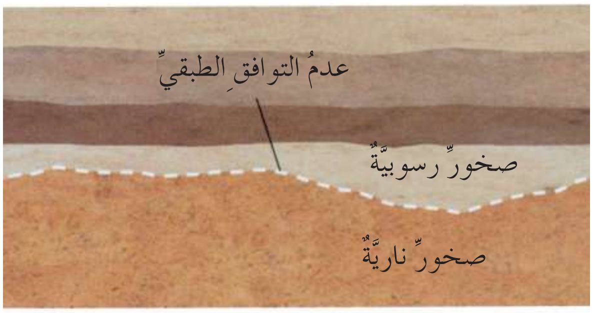
تتكوَّنُ معظمُ أنواعِ عدمِ التوافقِ من جرّاءِ التعريةِ وانقطاعِ الترسيبِ. لكنَّ عواملَ أُخرى يُمكنُها أن تعقِّدَ الأمورَ. لذلك، ومن أجلِ تسهيلِ دراسةِ هذهِ الظاهرَةِ، يُصنِّفُ الجيولوجيّونَ أنواعَ عدمِ التوافقِ في ثلاثِ فئاتٍ رئيسةٍ، هي: عدمُ التوافقِ الانقطاعيِّ، وعدمُ التوافقِ الطبقيِّ، وعدمُ التوافقِ الزاويِّ. وفي الأشكالِ الثلاثةِ إلى اليمينِ، رسومٌ توضيحيَّةٌ لهذهِ الفئاتِ الرئيسةِ.



الشكلُ ٥ يوجدُ عدمُ التوافقِ الانقطاعيِّ حيثُ ينقصُ جزءٌ من تسلسلِ طبقاتِ صخورٍ متوازيةٍ.

عدمُ التوافقِ الانقطاعيِّ

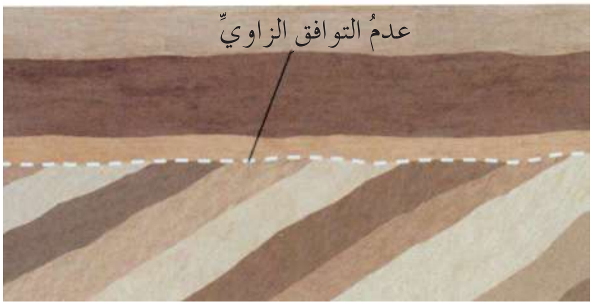
إنَّ عدمَ التوافقِ الانقطاعيِّ الذي يُظهرُهُ الرسمُ التوضيحيُّ في **الشكل ٥**، هو أكثرُ أنواعِ عدمِ التوافقِ شيوعًا. يوجدُ **عدمُ التوافقِ الانقطاعيِّ** هذا في مواقعَ تكونُ فيها كتلةٌ من الطبقاتِ الصخريَّةِ مفقودةً من تسلسلٍ لطبقاتٍ صخريَّةٍ متوازيةٍ. يتكوَّنُ هذا النوعُ من عدمِ التوافقِ الطبقيِّ على النحوِ التالي: ترتفعُ كتلةٌ من تسلسلٍ لطبقاتٍ صخريَّةٍ وتتقبَّبُ. ولا تلبثُ التعريةُ أن تُفتِّتَ الطبقاتِ الصخريَّةَ العليا الأحدثَ ترسُّبًا في هذهِ الكتلةِ وتُزيلُها، فتنجرفُ الموادُّ المُفتَّتةُ وتترسَّبُ في مكانٍ آخرَ. وفي وقتٍ ما، بعدَ هذهِ العمليَّةِ، تستأنفُ عمليَّةُ الترسُّبِ وتدفنُ الرواسبُ السطحَ القديمَ الذي تعرَّضَ للتعريةِ. وبذلك، يُظهرُ عدمُ التوافقِ الانقطاعيِّ الناتجُ عنِ العمليَّةِ مكانَ حدوثِ التعريةِ والطبقاتِ الصخريَّةِ المفقودةِ. هذا النوعُ يُمثِّلُ آلافَ السنينَ، وربَّما ملايينَ السنينَ، من الزمنِ المفقودِ.



الشكلُ ٦ يوجدُ عدمُ التوافقِ الطبقيِّ حيثُ تقعُ طبقاتُ صخورٍ رسوبيَّةٍ فوقَ سطحِ تعريةٍ لصخورٍ ناريَّةٍ أو متحوِّلةٍ غيرِ طبقيَّةٍ.

عدمُ التوافقِ الطبقيِّ

يُظهرُ **الشكلُ ٦** رسمًا توضيحيًّا لنوعِ عدمِ التوافقِ الطبقيِّ. وعدمُ **التوافقِ الطبقيِّ** يوجدُ في مواقعَ تكونُ فيها طبقاتٌ من الصخورِ الرسوبيَّةِ متراكبةً أفقيًّا فوقَ سطحٍ لصخورٍ اندساسيَّةٍ ناريَّةٍ أو متحوِّلةٍ أقدمَ ترسُّبًا، تعرَّضَ لعمليَّةِ تعريةٍ.



الشكلُ ٧ يوجدُ عدمُ التوافقِ الزاويِّ بينَ طبقاتِ صخورٍ أفقيَّةٍ وطبقاتٍ أُخرى مائلةٍ أو مطويَّةٍ.

عدمُ التوافقِ الزاويِّ

يُظهرُ **الشكلُ ٧** نوعَ عدمِ التوافقِ الزاويِّ. وعدمُ **التوافقِ الزاويِّ** يوجدُ بينَ طبقاتِ صخورٍ رسوبيَّةٍ متراكبةٍ أفقيًّا وطبقاتٍ صخريَّةٍ تعرَّضَتْ للميلِ أو الطيِّ. هذهِ الطبقاتُ المائلةُ أو المطويَّةُ تعرَّضَتْ لعمليَّةِ تعريةٍ قبلَ أن تتكوَّنَ فوقَها الطبقاتُ الأفقيَّةُ. تمثِّلُ عدمُ التوافقاتِ الزاويَّةِ ملايينَ السنينَ من الزمنِ المفقودِ.

تحقَّقْ
صفْ كلَّ نوعٍ من أنواعِ عدمِ التوافقِ الرئيسةِ.

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- يعتمدُ الجيولوجيّونَ التأريخَ النسبيَّ ليحدّدوا الترتيبَ الذي توالَتِ الأحداثُ على أساسِه.
- يقولُ مبدأُ تعاقبِ الطبقاتِ بأن الطبقاتِ الأحدثَ تقعُ فوقَ الطبقاتِ الأقدمَ في تسلسلِ صخورٍ لا يشوبُها اختلالٌ.
- الطيُّ والمَيْلُ حدثانِ يخلاّنِ بالطبقاتِ الصخريَّةِ. كما أن الصدوعَ والاندساساتِ من المعالمِ التي تخلُّ بالطبقاتِ الصخريَّةِ.
- يُظهرُ القطاعُ الجيولوجيُّ السجلَّ المعروفَ للأحافيرِ وللصخورِ.
- يفحصُ الجيولوجيّونَ العلاقاتِ بينَ طبقاتِ الصخورِ والتراكيبِ الجيولوجيَّةِ التي تقطعُها لتحديدِ الأعمارِ النسبيَّةِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

عرِّفِ المفرداتِ والمفاهيمَ التاليةَ:

١. العمرَ النسبيَّ.

٢. تعاقبَ الطبقاتِ.

٣. القطاعَ الجيولوجيَّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٤. الصخرُ المنْصهرُ الذي يندسُّ بينَ الصخورِ الموجودةِ ويبردُ، يُسمّى:

أ. الطيّة.

ب. الصدع.

ج. الاندساس.

د. عدمَ التوافقِ.

٥. اذكرْ حدثيْنِ يُخلاّنِ بتسلسلِ طبقاتِ الصخورِ.

٦. وضِّحْ كيفَ تُستعملُ المعالمُ الفيزيائيَّةُ في تحديدِ الأعمارِ النسبيَّةِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تحليلُ المفاهيمِ**: هل يوجدُ مكانٌ على الأرضِ فيهِ كلُّ طبقاتِ الصخورِ في القطاعِ الجيولوجيِّ؟ وضِّحْ جوابَك.

٨. **تحليلُ الأفكارِ**: من الصعبِ تمييزُ عدمِ التوافقِ، لأنَّ كلَّ الطّبقاتِ أفقيَّةٌ. كيفَ يعرفُ الجيولوجيُّ أنّهُ ينظرُ إلى موقعِ عدمِ توافقٍ طبقيٍّ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدمِ الرسمَ أدناه لتُجيبَ عن السؤالِ الذي يليه:



٩. إذا عُرِّيتِ الطبقةُ العُليا لكتلةٍ صخريَّةٍ، ثم استؤنفَتْ عمليَّةُ الترسُّبِ، فما نوعُ عدمِ التوافقِ الذي سيشكِّلُ مَعلَمًا للحدودِ بينَ طبقاتٍ صخريَّةٍ قديمةٍ وطبقاتٍ صخريَّةٍ حديثةِ الترسُّبِ؟

القسمُ ٣

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ كيفَ يحدثُ الانحلالُ الإشعاعيُّ.
- يفسِّرُ علاقةَ الانحلالِ الإشعاعيِّ بالتأريخِ الراديومتريِّ.
- يميزُ أربعةَ أنواعٍ من التأريخِ الراديومتريِّ.
- يحدِّدُ أنسبَ نوعٍ من التأريخِ الراديومتريِّ لاستخدامِهِ في تأريخِ جسمٍ ما.

المفرداتُ والمفاهيمُ

العمرُ المطلقُ

النظيرُ

الانحلالُ الإشعاعيُّ

التأريخُ الراديومتريُّ الإشعاعيُّ

عمرُ النصفِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظّمُ القراءةِ: أثناءَ قراءةِ هذا القسمِ ضعْ خريطةَ مفاهيمَ، مستخدمًا المفرداتِ أعلاه.

العمرُ المطلقُ

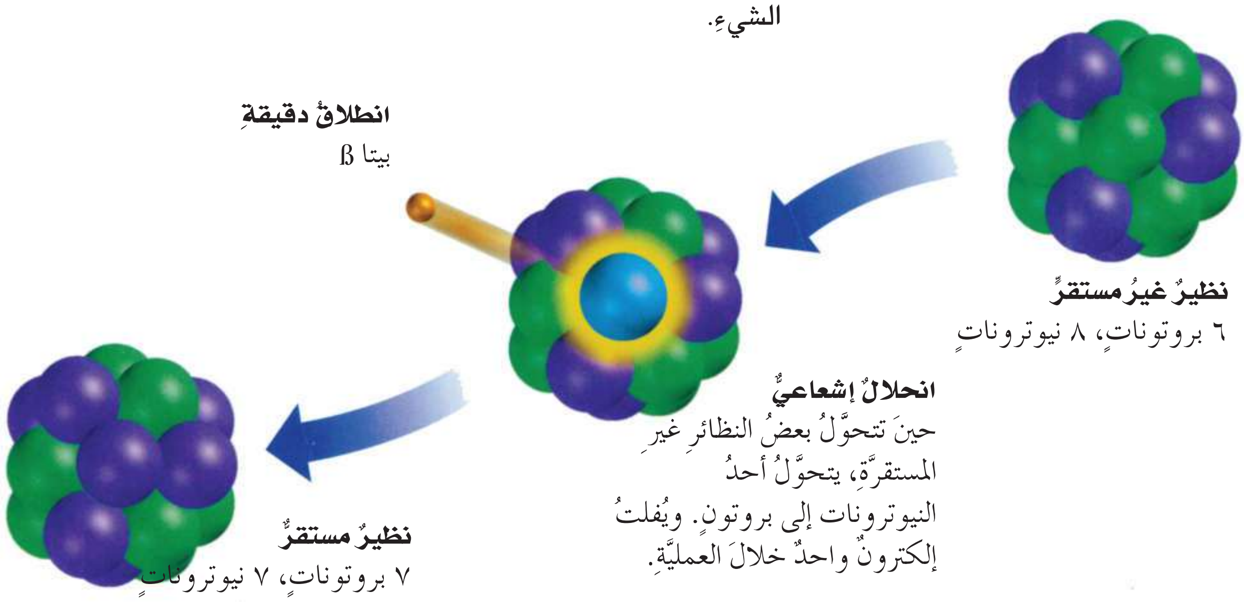
هلْ سمعْتَ مرَّةً تعبيرَ «إعادةُ عقاربِ الساعةِ إلى الوراءِ»؟ هذا تحديدًا ما أتاحَهُ العالِمُ الفيزيائيُّ الفرنسيُّ هنري بيكيريل، باكتشافِهِ الانحلالَ الطبيعيَّ لليورانيوم عامَ ١٨٩٦. فالعُلماءُ يستطيعونَ استعمالَ العناصرِ المشعَّةِ كساعاتٍ لقياسِ الزمنِ الجيولوجيِّ.

إنَّ عمليَّةَ توصيفِ عمرِ شيءٍ ما بتحديدِ عددِ السنواتِ التي تكوَّنَ فيها الشيءُ، تُسمّى **العمرَ المطلقَ** **Absolute dating**. أي إنه الفترةُ الزمنيَّةُ التي تقاسُ نسبتُها إلى الوقتِ الحاضرِ وبينَ المدَّةِ التي استغرقَها حدوثُ الحدثِ، وكم سنةٍ انقضَتْ على هذا الحدثِ. ستتعلَّمُ في هذا القسمِ عن التأريخِ الراديومتريِّ، الطريقةِ الأكثرِ شيوعًا للتأريخِ المطلقِ.

الانحلالُ الإشعاعيُّ

يحلِّلُ العلماءُ نظائرَ العناصرِ المُشعَّةِ لتحديدِ العمرِ المُطلقِ للأحافيرِ والصخورِ. و**النظائرُ** **Isotopes** عناصرُ كيميائيَّةٌ لها ذرّاتٌ عددُ بروتوناتِها مماثلٌ لعددِ بروتوناتِ الذرّاتِ الأخرى للعنصرِ نفسِه. لكنَّ عددَ نيوتروناتِها يختلفُ عن عددِ نيوتروناتِ الذرّاتِ الأُخرى للعنصرِ. معظَمُ النظائرِ مستقرةٌ، أيْ إنَّها تبقى بشكلِها الأصليِّ. لكن بعضَ النظائرِ غيرُ مستقرَّةٍ، وهي النظائرُ التي يسمّيها العلماءُ بالنظائرِ المُشعَّةِ. للنظائرِ المشعَّةِ ميلٌ إلى الانحلالِ في عمليّةٍ تُسمّى **الانحلالَ الإشعاعيَّ** **Radioactive decay**. في هذهِ العلميَّةِ تتحولُ النظائرُ المُشعَّةُ إلى نظائرَ مستقرَّةٍ للعنصرِ نفسِهِ أو لعناصرَ أخرى. وفي **الشكل ١** نموذجٌ لكيفيَّةِ حدوثِ الانحلالِ الإشعاعيِّ الّذي يحصلُ بتكرارٍ مُنتظمٍ، يجعلُ العلماءَ قادرينَ على استخدامِ نسبِ النظائرِ المستقرَّةِ وغيرِ المستقرَّةِ الموجودةِ في شيءٍ ما لتحديدِ عمرِ هذا الشيءِ.

الشكلُ ١ الانحلالُ الإشعاعيُّ



كيف يتمُّ تأريخُ الصخورِ؟

خلالَ عمليَّةَ الانحلالِ الإشعاعيِّ، ينحلُّ نظيرٌ غيرُ مستقرٍّ لعُنصرٍ واحدٍ إلى نظيرٍ مستقرٍّ. قد يكونُ هذا النظيرُ المستقرُّ من العنصرِ نفسِه، لكنّهُ غالبًا ما يكونُ من عنصرٍ آخرَ. يُسمّى النظيرُ غيرُ المستقرِّ **النظيرَ المُنتجَ**. أما النظيرُ المستقرُّ الناتجُ عن الانحلالِ الإشعاعيِّ لنظيرٍ أبٍ، فيسمّى **النظيرَ الوليدَ**. والانحلالُ الإشعاعيُّ لنظيرٍ منتجٍ إلى نظيرٍ وليدٍ مستقرٍّ يُمكنُ أن يحدث بخطوةٍ واحدةٍ، أو بسلسلةِ خطواتٍ. وفي كلتا الحالتَيْن، يبقى معدَّلُ سرعةِ عمليَّةِ الانحلالِ ثابتًا. لذلكَ، يقارنُ العلماءُ كمِّيَّةَ موادِّ نظيرٍ منتجٍ بكمِّيَّةِ موادِّ النظيرِ الوليدِ، ليحدِّدوا عمرَ الصخورِ. وكلَّما كانَتْ موادُّ النظيرِ الوليدِ أكثرَ تكونُ الصخرةُ أقدمَ.

التأريخُ الإشعاعيُّ (الراديومتريُّ)

إذا عرفْتَ معدَّلَ سرعةِ عمليَّةِ انحلالِ عنصرٍ مشعٍّ في صخرةٍ ما، يُمكنُكَ أن تعرفَ العمرَ المطلقَ للصخرةِ. إن تحديدَ العمرِ المطلقِ لعيِّنةٍ من الصخرِ، على أساسِ نسبةِ الكمّيَّةِ من موادِّ النظيرِ المنتجِ إلى الكمّيّةِ من موادِّ النظيرِ الوليدِ، يُسمّى **بالتأريخِ الإشعاعيِّ (الراديومتريِّ)** **Radiometric dating**. لنفترضْ، مثلاً، أن عيِّنةً صخريَّةً تحتوي على نظيرٍ، وأن عمرَ النصفِ لهذا النظيرِ ١٠٠٠٠ سنةٍ. فإذا عرفْنا أن **عمرَ النصفِ** **Half-life** هو الزمنُ الذي يستغرقُهُ نصفُ عيِّنةٍ مُشعَّةٍ لينحلَّ، فهذا يعني بالنسبةِ لهذهِ العيّنةِ الصخريَّةِ، أن نصفَ موادِّ النظيرِ المنْتجِ تكونُ قد انحلَّتْ خلالَ ١٠٠٠٠سنةٍ، وأصبحَتْ موادَّ وليدةً. وعندما تنحلُّ العيِّنةُ، تجدُ أن كمّيَّةَ موادِّ النظيرِ المنتجِ مساويةٌ لكميَّةِ موادّ النظيرِ الوليدِ. هذا يعني أن نصفَ النظيرِ المُشعِّ الأصليِّ قد انحلَّ، وأن عمرَ العيِّنةِ لا بدَّ أن يكونَ ١٠٠٠٠ سنةٍ تقريبًا.
لكن ماذا لو وجدْتَ أنّ ربعَ هذهِ العيِّنَةِ الأصليَّةِ موادُّ نظيرٍ منتَجٍ، وأنَّ ثلاثةَ أرباعِها هي موادُّ نظيرٍ وليدٍ؟ أنتَ تعرفُ أنّ نصفَ العيِّنةِ الأصليَّةِ قد استغرقَ ١٠٠٠٠سنةٍ لينحلَّ، وأنّ نصفَ الباقي منها قد استغرقَ ١٠٠٠٠ سنةٍ أُخرى لينحلَّ. لذلك سيكونُ عمرُ هذهِ العيِّنةِ ١٠٠٠٠ × ٢ أي ٢٠٠٠٠ سنةٍ. يُظهرُ **الشكلُ ٢** كيفَ يحصلُ هذا الانحلالُ المُنتظمُ.

العمرُ المطلقُ: فترةٌ زمنيةٌ تقاسُ نسبةً إلى الوقتِ الحاضرِ.

النظيرُ: ذرَّةٌ لها عددُ البروتوناتِ نفسُهُ (أو الرقمُ الذريُّ نفسُه) كذرّاتٍ أُخرى للعنصرِ نفسِه، لكنَّ لها عددًا مختلفًا من النيوترونات (وكتلةً ذرِّيَّةً مختلفةً بالتالي).

الانحلالُ الإشعاعيُّ: العمليَّةُ الّتي يتحلَّلُ فيها نظيرٌ مشعٌّ غيرُ مستقرٍّ إلى نظيرٍ مستقرٍّ للعنصرِ نفسِه أو لعنصرٍ آخرَ.

التأريخُ الإشعاعيُّ (الراديومتريُّ): طريقةٌ لتحديدِ عمرِ الشيءِ من خلالِ تقديرِ النسبِ المئويَّةِ النسبيَّةِ لموادِّ نظيرٍ (مُنتجٍ) مُشعٍّ، وموادِّ (وليدٍ) مستقرٍّ.

عمرُ النصفِ: الزمنُ الذي يستغرقُه نصفُ عيّنةٍ من مادَّةٍ مشعَّةٍ، لتتحوَّلَ إلى مادَّةٍ أخرى بواسطةِ الانحلالِ الإشعاعيِّ.

تحقَّقْ

ما عمرُ النصفِ؟

الشكلُ ٢ بعدَ كلِّ عمرٍ من أعمارِ النصفِ تنقصُ مادّةُ النظيرِ المنتجِ إلى النصفِ.



صفر سنة	١٠٠٠٠ سنة	٢٠٠٠٠ سنة	٣٠٠٠٠ سنة	٤٠٠٠٠ سنة
$\frac{١}{١}$	$\frac{١}{٢}$	$\frac{١}{٤}$	$\frac{١}{٨}$	$\frac{١}{١٦}$

أنواعُ التأريخِ الإشعاعيِّ (الراديومتريِّ)



الشكلُ ٣ هَذهِ المدافنُ في أفيجي لها شكلُ الثُّعبانِ.

تخيَّلْ أنّكَ سافرتَ عبرَ مئاتِ السنينَ عائدًا إلى الماضي، إلى زمنٍ سابقٍ لوصولِ كولومبوس إلى أمريكا؛ وأنكَ تقفُ على مُرتفعٍ شديدِ الانحدارِ سيُطلقُ عليه يومًا اسمُ نهرِ المسيسيبي. وتخيَّلْ أنكَ ترى عشراتِ الأشخاصِ يبنونَ هضباتٍ صغيرةً. من أولئك؟ وماذا يبنون؟

أولئكَ الذينَ رأيتَهُم في رحلتِكَ هم سُكّانُ أمريكا الأصليّونَ، والبُنى التّي كانوا يبنونها هي مدافنُ موتاهُمْ. أما المنطقةُ التّي تخيَّلْتَها فهي الآنَ موقعٌ أثريٌّ يُسمّى «النصبَ الوطنيَّ لمدافنِ أفيجي». يظهرُ **الشكلُ ٣** أحدَ هذهِ المدافنِ.

يُفيدُ علماءُ الآثارِ أن السكّانَ في منطقةِ أفيجي عاشوا منذ ٢٥٠٠ وحتّى ٦٠٠ سنة خلَتْ. فكيفَ يعرفُ العلماءُ هذهِ التواريخَ؟ لقد أرَّخوا العظامَ وأشياءَ أُخرى في تلك المدافنِ، باستخدامِهم طريقةَ التأريخِ الراديومتريِّ. يستخدمُ العلماءُ تقنيّاتٍ مختلفةً من التأريخِ الراديومتريِّ، تستندُ إلى تقديرِ عمرِ الشيءِ. فكِّرْ أثناءَ القراءةِ بتلكَ الصلةِ بينَ عمرِ النصفِ لأحدِ النظائرِ، وعمرِ الشيءِ الذي يؤرِّخُ. أيَّ تقنيَّةٍ تستخدمُ لتأريخِ المدافنِ؟

طريقةُ البوتاسيومِ - الأرجونِ

أحدُ النظائرِ التي تُستعملُ في التأريخِ الرادويومتريِّ هو البوتاسيومُ-٤٠. فعمرُ النصفِ للبوتاسيوم-٤٠ هو ١,٣ مليار سنةٍ، وينحلُّ إلى أرجونٍ وكالسيوم. يقيسُ الجيولوجيّونَ الأرجونَ كمادَّةِ النظيرِ الوليدِ. تُستخدمُ هذهِ الطريقةُ أساسًا لتأريخِ صخورٍ أقدمَ من ١٠٠ ٠٠٠ سنةٍ.

طريقةُ اليورانيوم - الرصاص

اليورانيومُ-٢٣٨ نظيرٌ مشعٌّ ينحلُّ في سلسلةِ خطواتٍ إلى رصاص-٢٠٦. وعمرُ النصفِ لليورانيوم-٢٣٨ يبلغُ ٤,٥ ملياراتِ سنةٍ. وكلما كانَتِ الصخرةُ أقدمَ تزدادُ كمّيَّةُ موادِّ النظيرِ الوليدِ (أي الرصاص-٢٠٦) في الصخرِ. تُعتمدُ هذهِ الطريقةُ لتأريخِ صخورٍ أقدمَ من ١٠ ملايينِ سنةٍ، ذلك أن الصخورَ الأحدثَ لا تحوي ما يكفي من موادِّ النظيرِ الوليدِ (الرصاص) لقياسِها بدقَّةٍ بهذهِ الطريقةِ.

طريقةُ الروبيديوم - السترونسيوم

ينحلُّ النظيرُ المنتجُ غيرُ المستقرِ إشعاعيًّا، الروبيديوم-٨٧، ليُعطيَ النظيرَ الوليدَ المستقرَ السترونسيوم-٨٧. عمرُ النصفِ للروبيديوم-٨٧ يبلغُ ٤٩ مليارَ سنةٍ. تُعتمدُ هذهِ الطريقةُ لتأريخِ صخورٍ أقدمَ من ١٠ ملايينِ سنةٍ.

تحقّقْ

ما النظيرُ الوليدُ للروبيديومِ-٨٧؟

طريقةُ الكربونِ-١٤

يوجدُ عنصرُ الكربون عادةً في صيغ ثلاثٍ، هي: النظيرُ المستقرُّ الكربونُ-١٢ والنظيرُ المستقرُّ الكربونُ-١٣، والنظيرُ المشعُّ الكربونُ-١٤. تتَّحدُ هذهِ النظائرُ الكربونيَّةُ مع الأكسجين، لتكوِّنَ غازَ ثاني أكسيد الكربونِ الذي تستخدمُهُ النباتاتُ في عمليَّةِ التركيبِ الضوئيِّ. وما دامَ النباتُ حيًّا تستمرُّ عمليَّةُ استقرارِ ثاني أكسيدِ الكربونِ الجديد مع نسبةٍ مستقرَّةٍ للكربونِ-١٤ إلى الكربونِ-١٢. والحيواناتُ التي تتغذَّى على النباتِ تحتوي على النسبةِ المستقرَّةِ نفسِها لنظائرِ الكربون.

لكنْ ما إن يمُتِ النباتُ أو الحيوانُ، حتّى يتوقَّفَ استيعابُ الكربونِ الجديدِ. فتبدأُ كمّيَّةُ الكربونِ-١٤ بالتناقصِ مع تحلُّلِ النباتِ أوِ الحيوانِ، وتتناقصُ نسبةُ الكربونِ-١٤ إلى الكربونِ-١٢. يُمكنُ قياسُ هذا النقصِ في المختبرِ، كالذي يظهرُ في **الشكل ٤**. ولأنّ عمرَ النصفِ للكربونِ-١٤ ٥ ٧٣٠ سنةً فقط، فإنَّ طريقةَ التأريخِ هذهِ تُستخدمُ بالدرجةِ الأولى، لتأريخِ الأشياءِ التي وُجِدتْ في غضون الـ ٥٠ ٠٠٠ سنةِ الأخيرة.



الشكلُ ٤ يجبُ أن تحرقَ وتُغسلَ بعضُ العيّناتِ التي تحوي الكربونِ قبلَ أنْ يُحدَّدَ عمرُها.

مُراجعةُ القسم

ملخّص

- ينحلُّ النظيرُ غيرُ المستقرِّ خلالَ الانحلالِ الإشعاعيِّ بوتيرةٍ ثابتةٍ، ليُصبحَ نظيرًا مستقرًّا للعنصرِ نفسِه أو لعُنصرٍ آخَرَ.
- يُستخدمُ التأريخُ الراديومتريُّ، الذي يعتمدُ نسبةَ موادِّ النظيرِ المنتجِ إلى موادِّ النظيرِ الوليدِ، لتأريخِ العمرِ المطلقِ للعيِّنةِ.
- تتضمَّنُ طرقُ التأريخِ الإشعاعيِّ (الراديومتريِّ): البوتاسيومَ - الأرجونَ، اليورانيومَ - الرصاصَ، الروبيديومَ-السترونسيومَ، الكربونَ-١٤ .

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلَّ مفردةٍ من المفرداتِ التاليةِ في جملةٍ مستقلّةٍ: **العمرَ المطلقَ، النظيرَ، عمرَ النصفِ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٢. عمرُ النصفِ للكربونِ ١٤ هو:
   - أ. ٥ ٧٣٠ سنةً.
   - ب. ٤,٥ ملياراتِ سنةٍ.
   - ج. ٤,٩ ملياراتِ سنةٍ.
   - د. ١,٣ مليارِ سنةٍ.

٣. وضِّحْ كيفَ يحدُثُ الانحلالُ الإشعاعيُّ.

٤. ما علاقةُ الانحلالِ الإشعاعيِّ بالتأريخِ الإشعاعيِّ (الراديومتريِّ)؟

٥. اذكرْ أربعةَ أنواعٍ للتأريخِ الإشعاعيِّ (الراديومتريِّ) .

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. يبلغُ عمرُ النصفِ لنظيرٍ مشعٍّ ١,٣ مليارِ سنةٍ. كم يبقى من موادِّ النظيرِ المنتجِ، بعد٣,٩ ملياراتِ سنةٍ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تحليلُ الطرقِ**: علِّلْ: ينبغي أن يكونَ الانحلالُ الإشعاعيُّ ثابتًا حتّى يكونَ التأريخُ الإشعاعيُّ (الراديومتريُّ) دقيقًا.

٨. **تطبيقُ المفاهيمِ**: أيُّ من طرقِ التأريخِ الإشعاعيِّ (الراديومتريِّ) أنسبُ لمعرفةِ عمرِ قطعٍ أثريّةٍ وجِدَتْ في مقابرَ أفيجي؟ علِّلْ إجابتَكَ.

القسم ٤

النظرُ في الأحافيرِ

أثناءَ تجوالكَ وفريقَ المستكشفين في الأراضي الوعرة، تتوقَّفون فجأةً لتجدوا قشورَ بيض. إنّها قشورُ بيضٍ للديناصورات!

هذا ما حدثَ مع عالمٍ باليونتولوجيٍّ يُدعى لويس تشيابه. لقد عثرَ على موقعٍ ضخمٍ لأكنانِ الديناصوراتِ.

طرقُ حفظِ الأحافير

إنَّ ما حُفظَ من بقايا كائنٍ أو أدلَّةٍ فيزيائيَّةٍ عليه بفعلِ عمليّاتٍ جيولوجيَّةٍ، تُسمّى **الأحفورةَ** Fossil. تُحفظُ الأحافيرُ معظمَ الأحيانِ في الصخورِ الرسوبيَّةِ. لكن كما سترى، هُناكَ موادُّ أخرى يمكنُ أن تحفظَ أدلَّةً على حياةٍ قديمةٍ.

الأحافيرُ في الصخور

حينَ يموتُ كائنٌ حيٌّ، يبدأُ فورًا بالتحلُّلِ، أو تأكلُهُ كائناتٌ حيَّةٌ أخرى. لكن، في بعضِ الأحيانِ، تدفِنُ الرواسبُ الكائناتِ سريعًا حينَ تموتُ. والرواسبُ تبطىءُ عمليَّةَ التحلُّلِ. لكنَّ الأجزاءَ القاسيةَ للكائناتِ، كالأصدافِ والعظامِ، تقاومُ التحلُّلَ أكثرَ من الأجزاءِ الطريَّةِ. لذلكَ، حينَ تتحوَّلُ الرسوبيّاتُ إلى صخرٍ، تكونُ الأجزاءُ القاسيةُ، وليسَ الأجزاءَ الطريَّةَ، هيَ التي حُفظَتْ في أغلبِ الأحيانِ.

الأحافيرُ في الكهرمان

تخيَّلْ أنّ حشرةً علقَتْ في سائلِ شجرةٍ صمغيٍّ، وافترضْ أنَّ المزيدَ من هذا السائلِ ما لبثَ أن غطّى الحشرةَ. إنَّ سائلَ الشجرةِ مادَّةٌ تتصلَّبُ بسرعةٍ فتحفظُ الحشرةَ بداخلِها. هذا السائلُ المتصلِّبُ يُسمّى الكهرمانَ. بعضُ أفضلِ أحافيرِ الحشراتِ اكتُشفَ في الكهرمانِ، كما يظهرُ **الشكلُ ١**. وقد وُجدَتْ أنواعٌ كثيرةٌ من الحيواناتِ، كالضفادعِ والسحالي، محفوظةً في الكهرمانِ.



الشكلُ ١ هذهِ الحشراتُ محفوظةٌ في الكهرمانِ.

موشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ خمسَ طرقٍ تتكوَّنُ فيها أحافيرُ مختلفةٌ.
- يعدِّدُ ثلاثةَ أنواعٍ من الأحافيرِ ليسَتْ أجزاءَ من الكائناتِ الحيَّةِ.
- يوضِّحُ كيفَ تُستخدمُ الأحافيرُ لتحديدِ تاريخِ التغيُّراتِ في الكائناتِ الحيَّةِ وبيئاتِها.
- يبيِّنُ كيفَ تُستخدمُ الأحافيرُ المرشدةُ لتأريخِ طبقاتِ الصخورِ.

المفرداتُ والمفاهيم

الأحفورة

أحفورةُ الأثرِ

القالب

النموذج

الأحفورةُ المرشدةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: أثناءَ قراءةِ هذا القسمِ، ضعْ مخطّطًا لمفاهيمِ الأساسيَّةِ مستخدمًا عناوينَه.

الأحفورةُ: أثرٌ أو بقايا كائنٍ عاشَ منذُ زمنٍ بعيدٍ. تكتشفُ الأحفورةُ في أغلبِ الحالاتِ محفوظةً في صخورٍ رسوبيَّةٍ.

تحقَّقْ

صفْ كيفَ تُحفظُ الكائناتُ في الكهرمانِ أو الصمغِ.

الأحافيرُ في الإسفلت

هناكَ مواقعُ يتفجَّرُ فيها الإسفلتُ ويتدفَّقُ سائلاً سميكًا لزجًا، مكوِّنًا بركًا على سطحِ الأرض. وقد عُرفَتْ منذُ آلافِ السنينَ ترسُّباتُ الإسفلتِ في البحرِ الميتِ والعراقِ ومواقعَ أخرى من الجزيرةِ العربيَّةِ. بعضُ هذه البِركِ حفظَتْ عدَّةَ أنواعٍ من الكائناتِ الحيَّةِ لآلافِ السنين. ومن خلالِ دراسةِ تلكَ الأحافيرِ تمكَّنَ العلماءُ من معرفةِ الكثيرِ عن بيئاتِ الماضي التي عاشَتْ فيها تلكَ الكائناتُ.

الأحافيرُ المجمَّدةُ

في أكتوبرَ ١٩٩٩ سحبَ العلماءُ فيلَ ماموثٍ مُشعرٍ مجمَّدٍ عمرُهُ ٢٠ ٠٠٠ سنةٍ من التُّندرا السيبيريَّةِ. تظهرُ في **الشكلِ ٢** بقايا هذا الماموثِ المُشعرِ. وفيلُ الماموثِ القريبُ من أفيالِ عصرِنا، حيوانٌ انقرضَ منذُ ١٠ ٠٠٠ سنةٍ تقريبًا. ولأنَّ درجاتِ الحرارةِ المتدنيةَ تُبطيءُ عمليَّةَ التحلُّلِ، فإنَّنا نجدُ كثيرًا من أنواعِ الأحافيرِ المجمَّدةِ محفوظةً من العصرِ الجليديِّ الأخيرِ. ويأملُ العلماءُ في معرفةِ المزيدِ عن فيلَةِ الماموثِ والبيئةِ التي عاشَتْ فيها.

التحجُّر

طريقةٌ أخرى تُحفظُ بها الكائناتُ هي التحجُّرُ. **التحجُّرُ** عمليَّةٌ جيولوجيَّةٌ تحلُّ فيها المعادنُ محلَّ نسيجِ الكائنِ الميتِ. وهناك شكلٌ من أشكالِ التحجُّرِ يُسمّى التشرُّبَ المعدنيَّ. **التشرُّبُ المعدنيُّ** عمليَّةٌ تملأُ فيها المعادنُ الفراغاتِ في مسامِّ النسيجِ القاسي للكائنِ الميتِ، كالعظامِ والخشبِ. ومن أشكالِ التحجُّرِ الأخرى ما يُسمّى بالاستبدال. **الاستبدالُ** عمليَّةٌ تحلُّ فيها المعادنُ محلَّ كلِّ نسيجِ الكائنِ الميتِ. هناكَ، مثلاً، بعضُ عيّناتِ الخشبِ المتحجِّرِ، حلَّتِ المعادنُ محلَّ كلِّ خشبِها.



الشكلُ ٢ العالِمُ فلاديمير أيزنر يدرسُ الأضراسَ العُليا لفيلِ الماموثِ المُشعرِ الذي وُجدَ في سيبيريا الروسيَّةِ، في أكتوبر ١٩٩٩، وحُدِّدَ عمرُهُ بـ ٢٠ ٠٠٠ سنةٍ. كانَ هذا الماموثُ محفوظًا حفظًا شبهَ كاملٍ، داخلَ حفرةٍ مغمورةٍ بالجليدِ.

رابطُ علمِ البيئةِ

الحفظُ في الجليدِ

إنّ مناطقَ المناخاتِ الباردةِ التي تسودُها درجاتُ حرارةٍ دونَ الصفرِ تكادُ تخلو من البكتيريا المُسبِّبةِ للتحلُّلِ. ففي العامِ ١٩٨٤ مثلاً، عُثرَ على جثَّةِ المستكشفِ جون تورينغتون، الذي كانَ عضوًا في بعثةِ استكشافٍ للممرِّ الشماليِّ الغربيِّ بكندا في أربعينيّاتِ القرنِ التاسعَ عشرَ. كانَتْ جثَّةُ تورينغتون محفوظةً حفظًا جيِّدًا، إلى حد أنّهُ كادَ يبدو كما كانَ عليه عندَ وفاتِهِ، قبلَ أكثرَ من ١٦٠ سنةً. قمْ بإجراءِ بحثٍ عن حالةٍ مشابهةٍ اكتُشفَتْ فيها بقايا قديمةٌ محفوظةٌ جيِّدًا بطريقةِ التجمُّدِ. وضعْ تقريرًا لزملائِكَ في الصفِّ.

أنواعٌ أخرى من الأحافير

هـلْ تـتـركُ الـكـائـنـاتُ خـلـفَـهـا أدلـّةً أُخرى علـى وجـودِهـا فـي وقتٍ من الأوقاتِ، غيرَ أجزائِها القاسيةِ؟ وهل تتركُ في حالاتٍ نادرةٍ، أجزاءَها الطريَّةَ أيضًا؟ ما الأدلَّةُ الأُخرى على حياةٍ قديمةٍ والتي يبحثُ عنها علماءُ الباليونتولوجيا؟

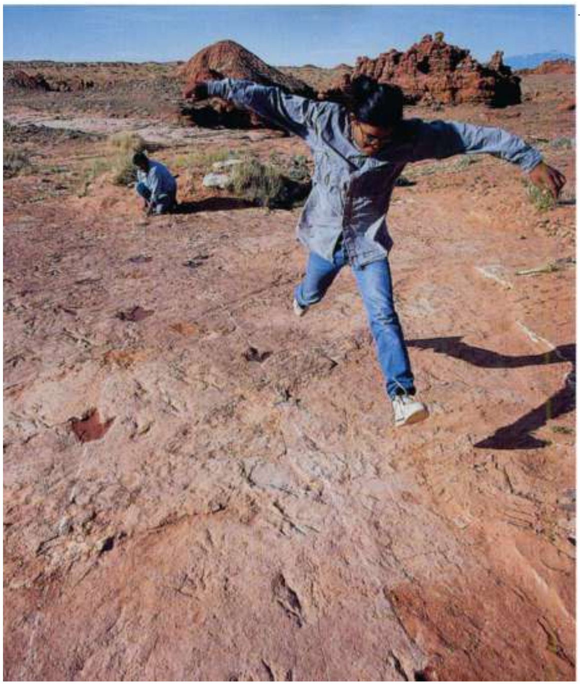
أحافيرُ الأثرِ

إنَّ أيَّ دليلٍ على نشاطٍ حيوانيٍّ يُعثرُ عليه محفوظًا طبيعيًّا يُسمّى **أحفورةَ الأثرِ** Trace fossil. آثارُ الأقدامِ، كالتي تبدو في **الشكل ٣**، مثالٌ مدهشٌ على أحافيرِ الأثرِ. هذهِ الأحافيرُ تتكوَّنُ حينَ تمتلئُ آثارُ أقدامِ الحيوانِ بالرواسبِ، وتُحفظُ في الصخرِ. تكشفُ آثارُ الأقدامِ الكثيرَ عن الحيوانِ الذي خلَّفَها؛ ربَّما كشفَتْ حجمَه وسرعةَ تحرُّكِه. فآثارُ الأقدامِ المتوازيةُ في مسالكَ تدلُّ على ديناصوراتٍ كانَتْ تسيرُ في اتِّجاهٍ واحدٍ، و أنَّ الديناصوراتِ كانَتْ تنتقلُ في جماعاتٍ كالقطعانِ.

تُمثِّلُ جحورُ الحيواناتِ نوعًا آخرَ من أنواعِ أحافيرِ الأثرِ. فالجُحورُ في الأرضِ حفرَتْها الحيواناتُ واندفنَتْ في الرواسبِ. مثلَ آثارِ الأقدامِ، تُحفظُ الجحورُ حينَ تمتلىءُ بالرواسبِ وتندفنُ بسرعةٍ. نوعٌ ثالثٌ من أنواعِ أحافيرِ الأثرِ، هو روثُ الحيواناتِ المتحجِّرُ، ويُسمّى **الكوبروليت**.

القوالبُ والنماذجُ

تُشكِّلُ القوالبُ والنماذجُ أمثلةً أخرى على الأحافيرِ. فالتجويفُ في الصخرِ الذي اندفنَ فيه حيوانٌ أو نباتٌ، يُسمّى **القالبَ** Mold. والجسمُ الذي يتكوَّنُ حينَ تملأُ الرواسبُ قالبًا وتُصبحُ صخرًا، يُسمّى **النموذجَ** Cast. يُظهرُ النموذجُ الشكلَ الخارجيَّ للكائنِ. ويبدو في **الشكلِ ٤** القالبُ والنموذجُ للكائنِ نفسِه.



الشكلُ ٣ الآثارُ الظاهرةُ هنا لأقدامِ ديناصوراتٍ موجودةٍ في أريزونا. هذه الآثارُ تدلُّ على ديناصوراتٍ ذاتِ أرجلٍ أطولَ من أرجُلِ الإنسانِ.

أحفورةُ الأثرِ: علامةٌ متحجِّرةٌ تتكوَّنُ في رواسبَ طريَّةٍ بفضلِ حركةِ حيوانٍ.

القالبُ: تجويفٌ في سطحٍ رسوبيٍّ تركتْهُ صَدَفةٌ أو جسمٌ آخرُ.

النموذجُ: نوعٌ من الأحافيرِ التي تتكوَّنُ حينَ تملأُ الرواسبُ التجويفَ الذي خلَّفَهُ حيوانٌ متحلِّلٌ.

تحقَّقْ

فيمَ تختلفُ القوالبُ عن النماذجِ؟



الشكلُ ٤ تُظهرُ الصورةُ اليُسرى نموذجَ حيوانِ الأمونيتِ الذي تكوَّنَ حينَ امتلأتْ صدفتُه بالرواسبِ. وتظهرُ الصورةُ اليُمنى قالبَ الأمونيتِ، الذي حفظَ السماتِ الخارجيَّةَ للصدفةِ.

استعمالُ الأحافيرِ لتفسيرِ الماضي

فكِّرْ في مكانِكَ المُفضَّلِ للنزهةِ. والآنَ، تخيَّلْ أنّكَ عالمُ باليونتولوجيا يرتادُ هذا المكانَ نفسَه، بعدَ ٦٥ مليونَ سنةٍ من اليوم. ما أنواعُ الأحافيرِ التي ستعثرُ عليها؟ كيفَ ستُعيدُ بناءَ هذا المكانِ على أساسِ الأحافيرِ التي اكتشفْتَها؟

المعلوماتُ في سجلِّ الأحافير

يقدِّمُ سجلُّ الأحافيرِ مخطَّطًا أوّليًّا فقط لتاريخِ الكائناتِ على الأرض. وتكونُ بعضُ فتراتِ هذا التاريخِ أكثرَ اكتمالاً من غيرِها. مثلاً، يعرِفُ العلماءُ عن الكائناتِ التي كانَتْ لها هياكلُ صلبةٌ أكثرَ ممّا يعرفونَ عن الكائناتِ التي كانَتْ لها أجزاءٌ طريَّةٌ أو رخوةٌ. كما يعرفُ العلماءُ أكثرَ عن الكائناتِ التي عاشَتْ في بيئاتٍ تتوفَّرُ فيها شروطُ التحجُّرِ أو الحفظِ الكامل. فسجلُّ الأحافيرِ غيرُ مكتمل، لأنَّ معظمَ الكائناتِ لم تتحوَّلْ إلى أحافيرَ. وبالطبعِ لأنَّ هناكَ الكثيرَ من الأحافيرِ التي لم تُكتشفْ بعدُ.



الشكلُ ٥ وجدَ هذا العالِمُ أحافيرَ بحريَّةً على قممِ الجبالِ، في محميَّةِ «يوهو» الوطنيَّةِ بكندا. وقد استدلَّ من أحفورةِ ماريللا المبيَّنةِ أعلاه، على أن تلكَ الصخورَ قد دُفعَتْ من تحتِ مستوى سطحِ البحرِ إلى تلكَ القممِ، منذُ ملايينِ السنينَ.

تاريخُ التغيُّراتِ البيئيَّةِ

هل كُنتَ تتوقَّعُ أن تجدَ أحافيرَ بحريَّةً على رأسِ الجبلِ الظاهرِ في **الشكل ٥**؟ إنَّ وُجودَ الأحافيرِ البحريَّةِ يعني أنَّ الصخورَ فيه تكوَّنَتْ في بيئةٍ مختلفةٍ تمامًا: في قاعِ مُحيطٍ ما.

إنَّ سجلَّ الأحافيرِ يكشفُ تاريخًا للتغيُّراتِ البيئيَّةِ. مثلاً، تساعدُ الأحافيرُ البحريَّةُ العلماءَ على إعادةِ تصوُّرِ الخطوطِ الساحليَّةِ القديمةِ، وازديادِ عمقِ البحارِ القديمةِ أو ضحالتِها. ويستطيعُ العلماءُ من خلالِ استخدامِ الأحافيرِ النباتيَّةِ والحيوانيَّةِ لليابسةِ، تصوُّرَ المناخاتِ في الماضي. فهم يستطيعونَ أن يعرفوا إن كانَ المناخُ في منطقةٍ ما أكثرَ برودةً أو رطوبةً ممّا هو عليهِ الآن.

مختبرٌ سريعٌ

حضِّرْ أحفورةً

١. أحضِرْ **شيئًا عاديًّا** كصدفةٍ أو زرٍّ، أو قلمٍ، لتستعملَهُ في تحضيرِ قالب. أخفِ هذا الشيءَ عن زملائِك.

٢. لتحضيرِ القالبِ، اضغطْ هذا الشيءَ في **معجونِ للنماذجِ** على **صينيَّةٍ، أو وعاءٍ قليلِ العمقِ**.

٣. استبدِلْ بوعائِك وعاءَ أحدِ زملائِكَ، وحاوِلْ تحديدَ الشيءِ الذي صنعَ القالبَ.

٤. صفْ كيفَ يتكوَّنُ النموذجُ من القالبِ الذي حضَّرْتَه.

تاريخُ تغيُّرِ الكائناتِ

يستطيعُ العلماءُ أنَّ يفسِّروا كيفَ تغيَّرَتِ الكائناتُ على مرِّ الزمنِ، من دراسةِ العلاقاتِ بينَ الأحافيرِ. مثلاً، تحتوي طبقاتُ صخورٍ قديمةٍ على أحافيرِ كائناتٍ تختلفُ عن أحافيرِ الكائناتِ التي اكتُشفَتْ في طبقاتِ صخورٍ أحدث.

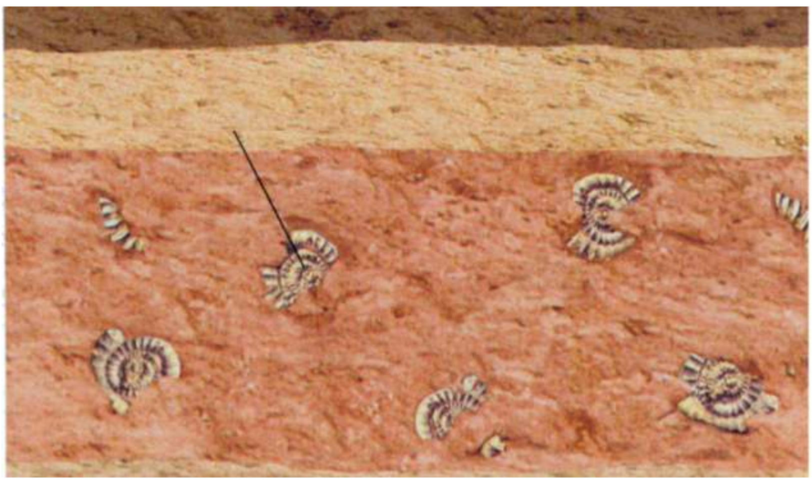
إنَّ جزءًا صغيرًا فقطْ من الكائناتِ التي وُجدَتْ في تاريخِ الأرضِ قد تحجَّرَ في أحافيرَ. وبسببِ هذا النقصِ في سجلِّ الأحافيرِ، لا يتوفَّرُ للباليونتولوجيّين سجلٌّ بالتغيُّراتِ المتواصلةِ. لذلكَ يبحثون بدلَ ذلكَ، عن أوجهِ التشابهِ بين الأحافيرِ، أو بينَ كائناتٍ متحجِّرةٍ وأقربِ الكائناتِ الحيَّةِ إليها، ويحاولونَ ملءَ الفراغاتِ في سجلِّ الأحافيرِ.

استخدامُ الأحافيرِ لتأريخِ الصخورِ

وجدَ العلماءُ أن أنواعًا معيَّنةً من الأحافيرِ تظهرُ فقطْ في طبقاتٍ صخريَّةٍ محدَّدةٍ. وهم يستطيعونَ، من خلالِ تأريخِ طبقاتِ الصخرِ فوقَ هذهِ الأحافيرَ وتحتَها، أن يحدِّدوا الفترةَ الزمنيَّةَ التي عاشَتْ فيها الكائناتُ التي شكَّلتِ الأحافيرَ. فإذا وُجِدَ نوعٌ معيَّنٌ من الكائناتِ التي عاشَتْ لفترةٍ زمنيَّةٍ قصيرةٍ، فإن أحافيرَها تظهرُ في سلسلةٍ محدودةٍ من الطبقاتِ الصخريَّةِ. ويُطلقُ على هذهِ الأحافيرِ اسمَ الأحافيرِ المرشدةِ. **الأحافيرُ المرشدةِ** Index fossils. أحافيرُ لكائناتٍ عاشَتْ خلالَ فترةٍ قصيرةٍ نسبيًّا ومحدَّدةٍ تمامًا في الزمنِ الجيولوجيِّ.

الأمونيت

لتكونَ الأحفورةُ أحفورةً مرشدةً، ينبغي أن توجدَ في طبقاتٍ صخريَّةٍ في مختلفِ أنحاءِ العالمِ. أحدُ الأمثلةِ على الأحفورةِ المرشدةِ أحفورةُ جنسٍ من الأمونيتِ المبيَّنِ في **الشكلِ ٦**، يُسمّى التروبيتَ. والتروبيتُ حيوانٌ بحريٌّ رخويٌّ يشبهُ الحبّارَ الذي نعرفهُ اليومَ. وقد عاشَ في صدفةٍ ملتفَّةٍ على نفسِها قبلَ فترةٍ تتراوحُ بينَ ٢٣٠ مليونَ سنةٍ و٢٠٨ ملايينِ سنةٍ؛ وهو أحفورةٌ مرشدةٌ على تلكَ الفترةِ من الزمنِ.



الشكلُ ٦ التروبيتُ جنسٌ من الأمونيتِ الملتفِّ على نفسِه. ظلَّ التروبيتُ موجودًا نحوَ عشرينَ مليونَ سنةٍ فقطْ، مما يجعلُهُ أحفورةً مرشدةً جيِّدةً.

نشاطٌ منزليٌّ

البحثُ عن الأحافيرِ

رافقْ والدَكَ بحثًا عن أحافيرَ. تعرَّفْ أنواعَ الصخورِ في منطقتِكَ وما إذا كانَتْ تحتوي على أحافيرَ. التقطْ صورًا، أو ضعْ رسومًا لرحلتِكَ وللأحافيرِ التي يمكنُ أن تجدَها.

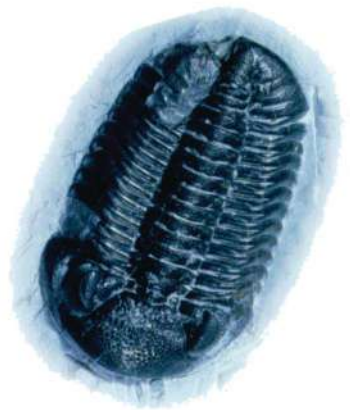
الأحفورةُ المرشدةُ: أحفورةٌ توجدُ في طبقاتٍ صخريَّةٍ لزمنٍ جيولوجيٍّ واحدٍ فقطْ، وتُستخدمُ لاكتشافِ عمرِ الطبقاتِ الصخريَّةِ.

تحقَّقْ

كيفَ يسدُّ الباليونتولوجيّون نقصَ المعلوماتِ عن تغيُّراتِ الكائناتِ المدرجةِ في السجلِّ الأحفوريِّ؟

التريلوبَيْت

تشكِّلُ أحفورةُ جنسٍ من التريلوبيتِ يُسمّى **الفاكوبس** *Phacops*، مثالاً آخرَ على الأحفورةِ المرشدةِ. والتريلوبيتُ نوعٌ منقرضٌ من المفصليّاتِ، لكنَّ أقرباءَ هذا النوعِ من الكائناتِ الحيَّةِ اليومَ هو سرطانُ حدوةِ الحصانِ. حدَّدَ الباليونتولوجيّون عبرَ تأريخِ الصخورِ أن **الفاكوبس** قد عاشَ منذُ نحو ٤٠٠ مليون سنةٍ. لذلكَ، حينَ يعثرُ العلماءُ على **فاكوبس** في طبقاتٍ صخريَّةٍ في أيِّ مكانٍ بالأرض، يفترضونَ أن عمرَ تلكَ الطبقاتِ هو أيضًا حوالى ٤٠٠ مليون سنةٍ. يظهرُ في **الشكل ٧** نموذجٌ لأحفورةِ **فاكوبس**.



الشكلُ ٧ يفترضُ الباليونتولوجيّونَ أن أيَّ طبقةٍ صخريَّةٍ تحوي أحفورةَ التريلوبيتِ فاكوبس يكونُ عمرُها ٤٠٠ مليونِ سنةٍ تقريبًا.

تحقَّق
كيفَ تُستعملُ أحافيرُ فاكوبس لتحديدِ عمرِ طبقاتِ الصخورِ؟

مُراجعةُ القسم

ملخّص

- الأحافيرُ بقايا أو أدلّةٌ حسيَّةٌ على كائنٍ حيٍّ حُفظَ بعمليّاتٍ جيولوجيَّةٍ.
- يُمكنُ أن تُحفظَ الأحافيرُ في الصخرِ، والكهرمانِ، والأسفلتِ والجليدِ، وبالتحجُّرِ.
- أحافيرُ الأثرِ كلُّ دليلٍ على نشاطٍ حيوانيٍّ محفوظةٍ طبيعيًا. فآثارُ الأقدامِ، والجحورُ، والكوبروليت أمثلةٌ على أحافيرِ الأثرِ.
- يدرسُ العلماءُ الأحافيرَ ليحدّدوا كيفَ تغيَّرَتِ البيئاتُ والكائناتُ الحيَّةُ على مرِّ الزمنِ.
- الأحفورةُ المرشدةُ أحفورةٌ لكائنٍ عاشَ لفترةٍ قصيرةٍ نسبيًا ومحدّدةٍ زمنيًا. تُستخدمُ الأحافيرُ المرشدةُ لتحديدِ عمرِ طبقاتِ الصخورِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

املأ كلاًّ من الفراغَيْنِ بأحدِ المفاهيمِ والمفرداتِ التاليةِ:

النموذج	الأُحفورة المرشدة
القالب	أحافير الأثر

١. ــــــــ تجويفٌ في الصخرِ حيثُ دُفنَ نباتٌ أو حيوانٌ في الماضي السحيقِ.

٢. يُمكنُ استعمالُ ــــــــ لتعيينِ عُمرِ طبقاتِ الصخورِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. تُحفظُ الأحافيرُ غالبًا في:
   أ. الجليدِ.
   ب. الكهرمانِ.
   ج. الأسفلتِ.
   د. الصخرِ.

٤. صفْ ثلاثةَ أنواعٍ من أحافيرِ الأثرِ.

٥. كيفَ تُستخدمُ الأحفورةُ المرشدةُ لتأريخِ الصخرِ؟

٦. لمَ يتخلَّلُ سجلَّ الأحافيرِ نقصٌ في تاريخِ الحياةِ على الأرضِ؟

٧. كيفَ تُستخدمُ الأحافيرُ لتحديدِ تاريخِ التغيُّراتِ في البيئاتِ والكائناتِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٨. إذا وجدَ عالِمٌ بقايا نباتٍ بينَ طبقةٍ صخريَّةٍ تحتوي على أحافيرِ فاكوبس عمرُها ٤٠٠ مليون سنةٍ، وطبقةٍ أُخرى تحتوي على أحافيرِ ترويبت عمرُها ٢٣٠ مليون سنةٍ، فكم يكونُ عمرُ الأحفورةِ النباتيَّةِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **استدلال**: إذا وُجِدَتْ طبقاتٌ صخريَّةٌ تحتوي على أحافيرِ سمكٍ في الصحراءِ، فعلامَ تستدلُّ منها عن تاريخِ الصحراءِ الجيولوجيِّ؟

١٠. **تحديدُ الانحياز**: بسببِ نقصِ المعلوماتِ في سجلِّ الأحافيرِ، يبدو أن العُلماءَ يفلحونَ في ناحيةٍ من موضوعِ حفظِ الأحافيرِ أكثرَ من ناحيةٍ أخرى. هاتِ مثالَيْنِ على ذلك.

القسمُ ٥

عمرُ الأرضِ

حاول التفكيرَ في تاريخِ الأرضِ كما لو أنَّكَ في شريطٍ مصوَّرٍ يُعرضُ بسرعةٍ مضاعفةٍ. فلو استطعْتَ مُشاهدةَ الأرضِ تتغيَّرُ بهذا المنظورِ، لشاهدْتَ جبالاً ترتفعُ ثمَّ تتلاشى بسُرعةٍ. ولشاهدْتَ أيضًا أشكالاً من الكائناتِ تظهرُ ثم تنقرضُ. في هذا القسمِ، سوفَ تتعلَّمُ أن على الجيولوجيّينَ أن يختصروا الزمنَ حينَ يكتبونَ أو يتكلَّمونَ عن تاريخِ الأرضِ. كما ستتعلَّمُ عن بعضِ الأحداثِ الغريبةِ جدًّا في تاريخِ الكائناتِ على الأرضِ.

الزمنُ الجيولوجيُّ

يظهرُ في **الشكلِ ١** الجدارُ الصخريُّ في مركزِ مقلعِ الديناصوراتِ المخصَّصِ للزوّارِ في إحدى المحميّاتِ. يتضمَّنُ هذا الجدارُ حوالي ١٥٠٠ أحفورةٍ لعظامِ الديناصوراتِ، كشفَتْها حفريّاتُ الباليونتولوجيّين. هذه الأحافيرُ هيَ لبقايا ديناصوراتٍ عاشَتْ في المنطقةِ منذُ حوالي ١٥٠ مليونَ سنةٍ. صحيحٌ أن ١٥٠ مليونَ سنةٍ تبدو عمرًا طويلاً من الزمنِ يصعبُ تصوُّرُه. لكن ١٥٠ مليونَ سنةٍ، قياسًا على تاريخِ الأرضِ لا تمثِّلُ إلاّ ما يزيدُ قليلاً على ٣ ٪ من عُمرِ كوكبِنا. كما أنها لا تمثِّلُ إلاّ أقلَّ قليلاً من ٤٪ من الزمنِ الذي تمثِّلُهُ أقدمُ صخورِ الأرضِ المعروفةِ.

موشِّراتُ الأداءِ

- يوضِّحُ كيفَ يسجِّلُ الزمنُ الجيولوجيُّ في طبقاتِ الصخورِ.
- يحدِّدُ تواريخَ مهمَّةً على مقياسِ الزمنِ الجيولوجيِّ.
- يوضِّحُ كيفَ أدَّتْ بعضُ التغيُّراتِ البيئيَّةِ إلى انقراضِ بعضِ الأنواعِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

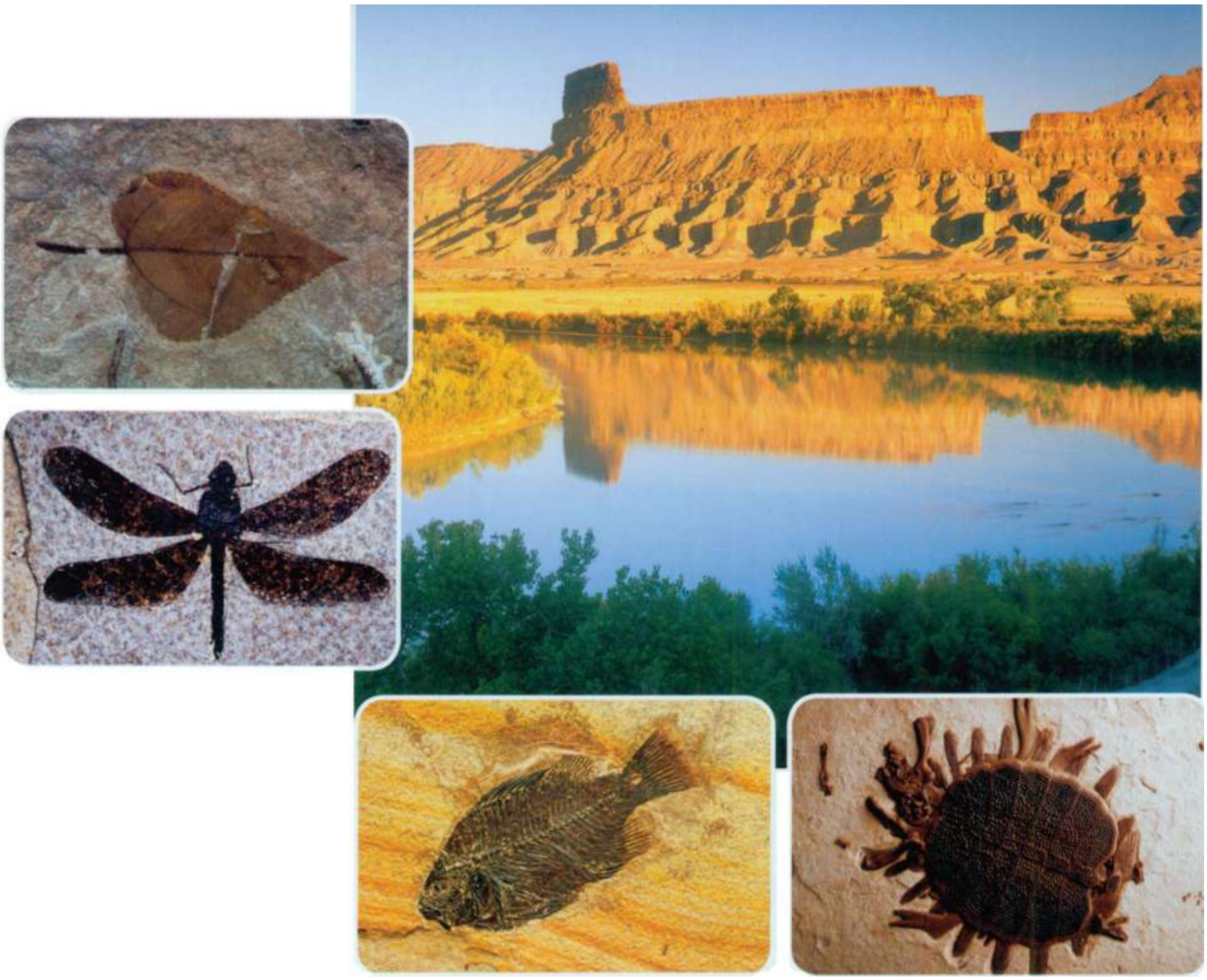
مقياسُ الزمنِ الجيولوجيِّ	العصر
الدهر	العهد
الحُقب	الانقراض

استراتيجيَّةُ القراءةِ

عصفٌ ذهنيٌّ: الفكرةُ الأساسيَّةُ في هذا القسمِ هي مقياسُ الزمنِ الجيولوجيِّ. وعلى الطلابِ أن يتباروا في ذكرِ كلماتٍ وتعابيرَ لها صلةٌ بهذا المقياسِ.

الشكلُ ١ عظامٌ لديناصوراتٍ عاشَتْ منذُ نحو ١٥٠ مليونَ سنةٍ تبدو مكشوفةً في جدارِ إحدى المحميّاتِ.





الشكلُ ٢ مجموعاتُ أحافيرَ من النباتِ والحيوانِ محفوظةٌ بشكلٍ جيِّدٍ في تكوينِ النهرِ الأخضرِ. وبدءًا من أعلى اليسارِ: أحفورةٌ لورقةِ شجرةٍ، أحفورةٌ لفراشةِ تنّينٍ، أحفورةٌ لسمكةٍ، أحفورةٌ لسلحفاةٍ.

السجلُّ الصخريُّ والزمنُ الجيولوجيُّ

إنَّ أفضلَ أماكنِ أمريكا الشماليَّةِ لمُشاهدةِ تاريخِ الأرضِ المسجَّلِ في طبقاتِ الصخورِ، مكانٌ في محميَّةِ الأخدودِ الكبيرِ الوطنيَّةِ. فقد قطعَ نهرُ الكولورادو الأخدودَ بعُمقِ كيلومترَيْنِ في بعضِ المواقعِ. وطوالَ ٦ ملايينِ سنةٍ، عملَ النهرُ على نحتِ عددٍ لا يُحصى من الطبقاتِ الصخريَّةِ. تمثِّلُ هذه الطبقاتُ حوالي نصفِ عمرِ الأرضِ، أي مليارَيْ سنةٍ من تاريخِها.

سجلُّ الأحافيرِ والزمنُ الجيولوجيُّ

يُظهرُ **الشكلُ ٢** صخورًا رسوبيَّةً في هذا الأخدودِ. يحتوي هذا الأخدودُ على أحافيرَ نباتاتٍ وحيواناتٍ محفوظةٍ حفظًا جيّدًا. فقد حُفظَ حتّى أدقُّ التراكيبِ من جرّاءِ الدفنِ في الرواسبِ الدقيقةِ الحُبيباتِ في قيعانِ البحيراتِ.

تحقَّقْ

كمْ من الزمنِ الجيولوجيِّ يمثِّلُهُ مقطعُ طبقاتِ الصخورِ في الأخدودِ الكبيرِ؟

مقياسُ الزمنِ الجيولوجيِّ

الدهر	الحُقب	العصر	العهد	ملايينُ السنين
دهر الحياة الظاهرة PHANEROZOIC EON	حقبُ الحياةِ الحديثةِ Cenozoic	الرباعيّ	الهولوسين	٠,٠١
			البلايستوسين	١,٨
		الثلاثيّ	البليوسين	٥,٣
			الميوسين	٢٣
			الأوليجوسين	٣٣,٩
			الإيوسين	٥٥,٨
			الباليوسين	٦٥,٥
	حقبُ الحياةِ المتوسِّطةِ Mesozoic	الكريتاسي (الطباشيري)		١٤٦
		الجوراسي		٢٠٠
		الترياسي		٢٥١
	حقبُ الحياةِ القديمةِ Paleozoic	البرمي		٢٩٩
		البنسلفاني		٣١٨
		الميسيسيبي		٣٥٩
		الديفوني		٤١٦
		السيلوري		٤٤٤
		الأوردوفيشي		٤٨٨
		الكامبري		٥٤٢
دهرُ الحياةِ المستقرَّةِ PROTEROZOIC EON				٢٥٠٠
دهر اللاحياةِ ARCHEAN EON				٣٨٠٠
الدهرُ الهادي HADEAN EON				٤٦٠٠

دهرُ الحياةِ الظاهرةِ

(من ٥٤٢ مليونَ سنةٍ خلَتْ إلى عصرِنا الحاليّ)

يمثِّلُ سجلُّ الصخورِ والأحافيرِ، في الدرجةِ الأولى، دهرَ الحياةِ الظاهرةِ، وهو الدهرُ الذي نعيشُ فيه.

دهرُ الحياةِ المستقرَّةِ

(من ٢,٥ مليار سنةٍ إلى ٥٤٢ مليونَ سنةٍ خلَتْ)

ظهرَتْ أوَّلُ الكائناتِ ذاتِ الخلايا الكاملةِ النموِّ خلالَ هذا الدهرِ.

دهرُ اللاحياةِ

(من ٣,٨ ملياراتِ سنةٍ إلى ٢,٥ مليارِ سنةٍ خلَتْ)

تكوَّنَتْ أقدمُ الصخورِ المعروفةِ على الأرضِ، خلالَ هذا الدهرِ.

الدهرُ الهادي

(من ٤,٦ ملياراتِ سنةٍ إلى ٣,٨ ملياراتِ سنةٍ خلَتْ)

إنَّ الصخورَ الوحيدةَ التي وجدَها العلماءُ والتي تعودُ إلى هذا الدهرِ هي النيازكُ وصخورُ القمرِ.

الشكلُ ٣ يُعطي مقياسُ الزمنِ الجيولوجيِّ تاريخَ الأرضِ بكاملِه. وهوَ ينقسِمُ إلى أربعةِ أقسامٍ رئيسةٍ تُسمّى الدهورَ. أما التواريخُ المُعطاةُ للفواصلِ الزمنيَّةِ في مقياسِ الزمنِ الجيولوجيِّ فهي مجرَّدُ تقديراتٍ.

مقياسُ الزمنِ الجيولوجيِّ

يُمثِّلُ السجلُّ الجيولوجيُّ ملياراتِ السنينَ التي مرَّتْ على تكوُّنِ أولى الصخورِ على الأرضِ. وبالإجمالِ، يدرسُ الجيولوجيّونَ ٤,٦ مليارِ سنةٍ من تاريخِ الأرضِ! ولتسهيلِ عملِهم، ابتكروا مقياسَ الزمنِ الجيولوجيِّ. و**مقياسُ الزمنِ الجيولوجيِّ** Geologic time scale، المبيَّنُ في **الشكل ٣**، مقياسٌ يقسِّمُ ٤,٦ مليارِ سنةٍ، هي تاريخُ الأرضِ، إلى فتراتٍ زمنيَّةٍ.

تحقَّق

عرِّف مفردة مقياس الزمن الجيولوجيّ.

تقسيماتُ الزمنِ

قسَّمَ الجيولوجيّونَ تاريخَ الأرضِ إلى مقاطعَ زمنيَّةٍ، كما هو مُبيَّنٌ في مقياسِ الزمنِ الجيولوجيِّ في **الشكل ٣**. أكبرُ مقاطعِ الزمنِ الجيولوجيِّ هي **الدهورُ** Eons. والدهورُ أربعةٌ: الدهرُ الهادي، ودهرُ اللاحياةِ، ودهرُ الحياةِ المستقرَّةِ، ثمّ دهرُ الحياةِ الظاهرةِ. ينقسمُ الدهرُ الأخيرُ إلى ثلاثةِ **أحقابٍ** Eras، هي ثاني أكبرِ المقاطعِ الزمنيَّةِ الجيولوجيَّةِ. بدورِها، تنقسمُ هذهِ الأحقابُ الثلاثةُ إلى **عصورٍ** Periods، هي ثالثُ أكبرِ المقاطعِ الزمنيَّةِ الجيولوجيَّةِ. وتنقسمُ العصورُ إلى **عهودٍ** Epochs تأتي في المرتبةِ الرابعةِ من حيثُ كبرُ مقاطعِ الزمنِ الجيولوجيِّ.

ظهورُ الأنواعِ واختفاؤُها

شهدَتْ بعضُ الأزمنةِ في تاريخِ الأرضِ ظاهرةَ تزايُدٍ أو تناقُصٍ مفاجىءٍ وكبيرٍ في عددِ الأنواعِ. غالبًا ما تنشأُ مثلُ هذهِ الزيادةِ في عددِ الأنواعِ، نتيجةَ تزايُدٍ أو تناقصٍ مفاجىءٍ نسبيًّا، في مستوى التنافسِ بينَ الأنواعِ. نوعُ الهالوسيجينيا، المُبيَّنُ في **الشكلِ ٤** مثلاً، ظهرَ في العصرِ الكامبري، حينَ شهدَتِ الحياةُ البحريَّةُ زيادةً كبيرةً جدًّا في عددِ الأنواعِ البحريَّةِ. من ناحيةٍ أخرى، يحصُلُ تناقصٌ مفاجىءٌ وكبيرٌ في عددِ الأنواعِ على امتدادِ فتراتٍ زمنيَّةٍ قصيرةٍ نسبيًّا، خلالَ أحداثٍ مؤدِّيةٍ إلى حالاتِ انقراضٍ جماعيَّةٍ. و**الانقراضُ** Extinction موتُ كلِّ أفرادِ نوعٍ من الأنواعِ. هناكَ أحداثٌ تحصلُ تدريجيًّا، كالتغيُّرِ في المُناخِ العالميِّ والتغيُّراتِ في تيّاراتِ المحيطاتِ، يمكنُها أن تسبِّبَ حالاتِ انقراضٍ جماعيَّةً، سواءٌ كانَتْ تدريجيَّةً أو عندَما تحصُلُ متزامنةً.

مقياسُ الزمنِ الجيولوجيِّ: الطَّريقةُ المتَّبعةُ لتقسيمِ التاريخِ الطبيعيِّ الطويلِ للأرضِ إلى مقاطعَ مقبولةٍ.

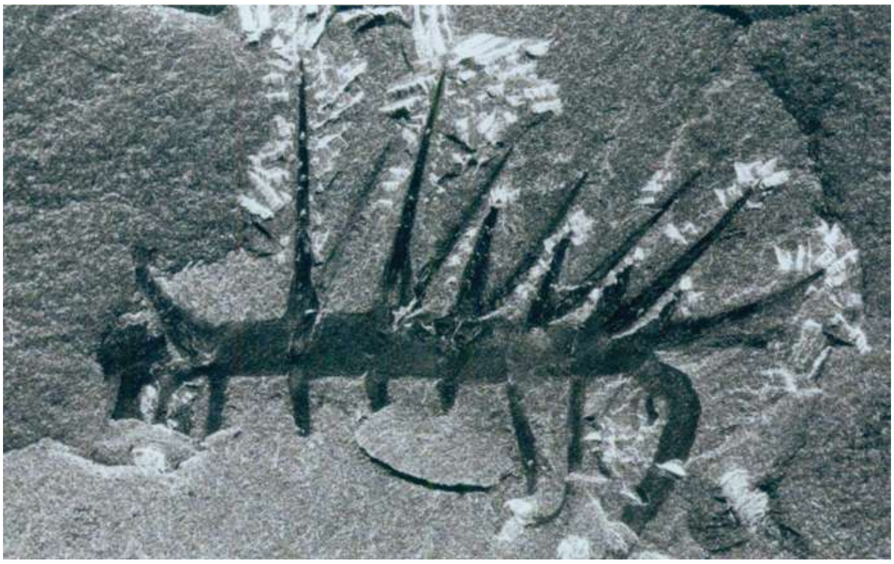
الدَّهر: أطولُ مقاطعِ الزمنِ الجيولوجيِّ.

الحُقْب: وحدةٌ من وحداتِ الزمنِ الجيولوجيِّ تشتملُ على دورَيْنِ جيولوجيَّيْنِ أو أكثرَ.

العصر: وحدةٌ من وحداتِ الزمنِ الجيولوجيِّ ينقسمُ فيها الحُقْبُ إلى أُطُرٍ زمنيَّةٍ أصغرَ.

العهد: جزءٌ من وحدةِ العصرِ الجيولوجيِّ.

الانقراض: موتُ كلِّ أفرادِ نوعٍ من الأنواعِ.



الشكلُ ٤ الهالوسيجينيا، التي أُعطِيَتْ هذا الاسمَ لغرابتِها وغموضِها، كانتْ واحدًا من كائناتٍ بحريَّةٍ كثيرةٍ ظهرَتْ في أوائلِ العصرِ الكمبريِّ.



الشكلُ ٥ كانتِ الأدغالُ موجودةً خلالَ حُقْبِ الحياةِ القديمةِ، لكنَّ العصافيرَ المغرِّدةَ في الأشجارِ، والقردةُ المتأرجحةُ على الأغصانِ، لم تكنْ موجودةً. فالطيورُ والثدييّاتُ تطوَّرتا بعدَ هذا الحُقبِ بوقتٍ طويلٍ.

الحُقْبُ الباليوزوي: حقبُ الحياةِ القديمةِ

دامَ الحُقْبُ حقبُ الحياةِ القديمةِ من حوالي ٥٤٢ مليونَ سنةٍ إلى ٢٥١ مليونَ سنةٍ خلَتْ. وهْو أوَّلُ حُقبٍ ممثَّلٍ جيِّدًا بالأحافير.

ازدهرَتِ الحياةُ البحريَّةُ في بدايةِ حُقبِ الحياةِ القديمةِ. فقدْ أصبحَتِ المُحيطاتُ موطنًا لأنواعٍ مختلفةٍ من الحياةِ. لكن لم يكُنْ هناكَ إلا القليلُ من الكائناتِ البرّيَّةِ. وفي منتصفِ ذلك الحُقْبِ كانَتْ قد ظهرَتْ كلُّ أنواعِ النباتاتِ البرّيَّةِ المعروفةِ حديثًا. وفي نهايتهِ كانَتِ البرمائيّاتُ والزواحفُ تعيشُ على اليابسةِ، وكانَتِ الحشراتُ قد تكاثرَتْ. في **الشكلِ ٥** تصوُّرٌ لما يمكنُ أن تكونَ الأرضُ قدْ بدَتْ عليهِ أواخرَ حقبِ الحياةِ القديمةِ. انتهى ذلكَ الحُقْبُ بأضخمِ انقراضٍ جماعيٍّ عرفَهُ تاريخُ الأرضِ. ويعتقِدُ بعضُ العُلماءِ أن تغيُّراتٍ في المُحيطاتِ كانَتْ على الأرجحِ وراءَ ذلك الانقراضِ الذي أوْدى بحوالي ٩٠٪ من كلِّ الأنواعِ البحريَّةِ.

تحقَّقْ

لماذا يُعرفُ حقبُ الحياةِ المتوسطةِ بحقبِ الزواحفِ؟

الحُقْبُ الميسوزوي: حقبُ الزواحفِ (حقبُ الحياةِ المتوسِّطةِ)

بدأَ حقبُ الحياةِ المتوسطةِ منذُ حوالي ٢٥١ مليونَ سنةٍ خلَت. وهو معروفٌ بحقبِ الزواحفِ، لأنَّ الزواحفَ، مثلَ الديناصوراتِ الظاهرةِ في **الشكلِ ٦**، استوطنَتِ اليابسةَ.

في ذلكَ الزمنِ، كانَتِ الزواحفُ النوعَ المسيطرَ. وقد ظهرَتِ الثدييّاتُ الصغيرةُ في الوقتِ الذي ظهرَتْ فيهِ الديناصوراتُ. بينما ظهرَتِ الطيورُ في أواخرِ الحُقْبِ حقبِ الحياةِ المتوسطةِ. ويعتقِدُ كثيرٌ من العلماءِ أن الطيورَ قد تطوَّرَتْ مُباشرةً من نوعٍ من الديناصوراتِ. وفي نهايةِ حُقْبِ الحياةِ المتوسطةِ انقرضَ ١٥٪ إلى ٢٠٪ من كلِّ أنواعِ الحياةِ على الأرضِ، بما فيها الديناصوراتُ. قد يكونُ وراءَ ذلك تغيُّرُ المُناخِ العالميِّ، الذي يمكنُ أن يكونَ سببُهُ ارتطامَ نيزكٍ بالأرضِ.

الشكلُ ٦ تخيَّلْ أنَّكَ تسيرُ في الصحراءِ، وصادفْتَ هذهِ المخلوقاتِ الشرسةَ! من نعمِ اللهِ على الإنسانِ أنه لم يخلقْهُ في حُقبِ الحياةِ المتوسطةِ الذي سيطرَتْ عليه الديناصوراتُ.



الحُقْبُ السينوزويّ: (حقبُ الحياةِ الحديثة) حقبُ الثدييّات

بدأ حقبُ الحياةِ الحديثةِ منذُ حوالي ٦٥,٥ مليونَ سنةٍ خلَتْ، ولايزالُ مستمرًّا حتّى يومِنا هذا. انظر **الشكل ٧**. يُعرفُ هذا الحُقبُ بحقبِ الثدييّاتِ. خلالَ حقبِ الحياةِ الحديثةِ كانَ لا بُدَّ للثدييّاتِ أن تتنافسَ مع الديناصوراتِ وحيواناتٍ أُخرى على الغذاءِ والموطنِ. لكنَّها ما لبثَتْ أن ازدهرَتْ بعدَ الانقراضِ الجماعيِّ الذي حلَّ عندَ نهايةِ حقبِ الحياةِ الحديثةِ. ويُعتقدُ أنّ الميزاتِ التي تفرَّدَتْ بها الثدييّاتُ، كضبطِ درجةِ حرارةِ الجسمِ، وحملِ الأجنَّةِ التي تنمو داخلَ جسمِ الأمِّ، قد تكونُ ساعدتِ الثدييّاتِ على البقاءِ والاستمرارِ، متجاوزةً تأثيراتِ التغيُّراتِ البيئيَّةِ الّتي ربَّما كانتِ السببَ في انقراضِ الديناصوراتِ.



الشكل ٧ تطوَّرَتْ آلافُ الأنواعِ من الثدّييّاتِ خلالَ حقبِ الحياةِ الحديثةِ. يُظهرُ هذا المشهدُ أنواعًا عاشَتْ في أوائلِ ذلكَ الحُقْبِ، وانقرضَتْ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- يقسّمُ مقياسُ الزمنِ الجيولوجيِّ عمرَ تاريخِ الأرضِ البالغ ٤,٦ ملياراتِ سنةٍ إلى مقاطعَ زمنيَّةٍ متمايزةٍ. تشملُ التقسيماتُ الدهورَ، والأحقابَ، والعصورَ والعهودَ.
- إنَّ الحدودَ بينَ مقاطعِ الزمنِ الجيولوجيِّ تمثِّلُ تغيّراتٍ ملحوظةً حدثَتْ على الأرضِ.
- يمثِّلُ سجلُ الصخورِ والأحافيرِ في الدرجةِ الأولى، دهرَ الحياةِ الظاهرةِ، وهو الدهرُ الذي نعيشُ فيه.
- في بعضِ الأزمنةِ من تاريخِ الأرضِ، طرأَتْ بشكلٍ مفاجئٍ وكبيرٍ، زيادةٌ أو نقصانٌ على عددِ أنواعِ الحياةِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضّحِ المقصودَ بكلٍّ من المفاهيمِ التاليةِ: **الحقْبِ**، **العصرِ**، **العهدِ**.

٢. وحدةُ الزمنِ الجيولوجيِّ التي بدأَتْ منذ ٦٥,٥ مليونَ سنةٍ خلَتْ وتستمرُّ إلى يومِنا هذا، هي:
أ. عصرُ الهولوسين.
ب. حقبُ الحياةِ الحديثةِ.
ج. دهرُ الحياةِ الظاهرةِ.
د. الدَّورُ الرباعيُّ.

٣. ما الفواصلُ الزمنيَّةُ الرئيسةُ التي يمثِّلُها مقياسُ الزمنِ الجيولوجيِّ.

٤. كيفَ يُسجَّلُ الزمنُ الجيولوجيُّ في طبقاتِ الصخورِ؟

٥. ما أنواعُ التغيُّراتِ البيئيَّةِ التي تسبِّبُ الانقراضَ الجماعيَّ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **استدلال**: ما الحدثُ المستقبليُّ الذي يمكنُ أن يسجِّلَ نهايةَ حقبِ الحياةِ الحديثةِ؟

٧. **تحديدُ العلاقاتِ**: كيفَ يُمكنُ لأيِّ تراجُعٍ في مستوى التنافسِ بينَ الأنواعِ أن يؤدّيَ إلى الظهورِ المفاجئِ لأنواعٍ جديدةٍ كثيرةِ العددِ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٨. انظرْ إلى الرسمِ الإيضاحيِّ أدناه، تجدْ على ساعةِ تاريخِ الأرضِ المبيِّنةِ فيه أن الساعةَ الواحدةَ تُساوي ٣٨٣ مليونَ سنةٍ، والدقيقةَ ٦,٤ ملايينِ سنةٍ. كم يبلغُ الفرقُ، بملايينِ السنينَ، بينَ الإطارِ الزمنيِّ الذي يمثِّلُه دهرُ الحياةِ المستقرَّةِ والإطارِ الزمنيِّ الذي يمثِّلُه دهرُ الحياةِ الظاهرةِ؟



مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعة المفرداتِ والمفاهيم

١. وضِّح المقصودَ بكلٍّ من المفاهيم التاليةِ: **تعاقُبِ الطبقاتِ، القطاعِ الجيولوجي، مقياسِ الزمنِ الجيولوجيِّ.**

قارنْ بينَ مفردتَيْ كلِّ زوجٍ من المفاهيمِ والمفرداتِ التاليةِ:

٢. **نظريَّةِ الوتيرةِ الواحدةِ والنظريَّةِ الكارثيَّةِ.**

٣. **العمرِ النسبيِّ والعمرِ المطْلق.**

٤. **أحفورةِ الأثرِ والأحفورةِ المرشدةِ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٥. أيٌّ من التالي لا يصفُ تغيُّرًا كارثيًّا؟

أ. واسعُ الانتشار.
ب. فجائيّ.
ج. نادر.
د. متدرِّج.

٦. يعيِّنُ العلماءُ الأعمارَ النسبيَّةَ باستعمال

أ. العمرِ المطلق.
ب. مبدأ تعاقبِ الطبقات.
ج. عمرِ النصفِ الإشعاعيِّ.
د. التأريخِ بالكربون – ١٤.

٧. أيٌّ من التالي أحفورةُ أثرٍ؟

أ. حشرةٌ محفوظةٌ بالكهرمان.
ب. ماموثٌ مجمَّدٌ في الجليدِ.
ج. خشبٌ استبدلَتْ به المعادنُ.
د. آثارُ أقدامِ ديناصور.

٨. أطولُ تقسيماتِ الزمنِ الجيولوجيِّ تَسمّى:

أ. العصور.
ب. الأحقاب.
ج. الدهور.
د. العهود.

٩. الطبقاتُ الصخريَّةُ التي شقَّها الصدعُ، تكوَّنَتْ

أ. بعدَ حدوثِ الصدع.
ب. قبلَ حدوثِ الصدع.
ج. بالتزامُنِ مع حدوثِ الصدع.
د. لا توجدُ معلوماتٌ كافيةٌ لتحديدِ الإجابةِ.

١٠. أيُّ النظائرِ التاليةِ نظيرٌ مستقرٌّ؟

أ. اليورانيوم–٢٣٨
ب. البوتاسيوم–٤٠
ج. الكربون–١٢
د. الكربون–١٤

١١. السطحُ الذي يمثِّلُ جزءًا مفقودًا في القطاعِ البيانيِّ الجيولوجيِّ يُسمّى:

أ. الاندساسَ الصخريَّ.
ب. الصدع.
ج. عدمَ التوافقِ.
د. الطيّة.

١٢. أيُّ طريقةٍ من طرقِ التأريخِ الإشعاعيِّ (الراديومتريِّ) تُستخدمُ في الدرجةِ الأولى لتأريخِ بقايا كائناتٍ عاشَتْ خلالَ السنواتِ الـ ٥٠ ٠٠٠ الأخيرةِ؟

أ. طريقةُ الكربون – ١٤.
ب. طريقةُ البوتاسيوم – الأرجون.
ج. طريقةُ اليورانيومِ – الرَصاص.
د. طريقةُ الروبيديوم – السترونسيوم.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٣. اذكرْ ثلاثَ عمليّاتٍ تتكوَّنُ بها الأحافيرُ.

١٤. حدِّدْ دورَ نظريَّةِ الوتيرةِ الواحدةِ في علومِ الأرض.

١٥. وضِّحْ كيفَ يحدثُ الانحلالُ الإشعاعيُّ.

١٦. اذكرْ طريقتَيْنِ يستخدمُ بهما العلماءُ الأحافيرَ لتحديدِ التغيُّراتِ البيئيَّة.

١٧. ما دورُ علمِ الباليونتولوجيا في دراسةِ تاريخِ الأرضِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١٨. **خريطةُ المفاهيم:** استعملِ المفرداتِ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: الكربون – ١٤، العمرَ المطلقَ، اليورانيومَ _الرصاص، الانحلالَ الإشعاعيَّ، التأريخَ الإشعاعيَّ (الراديومتريَّ)، العمرَ النسبيَّ، تعاقبَ الطبقاتِ، النظائرَ، عُمرَ النصفِ، القطاعَ الجيولوجيَّ.

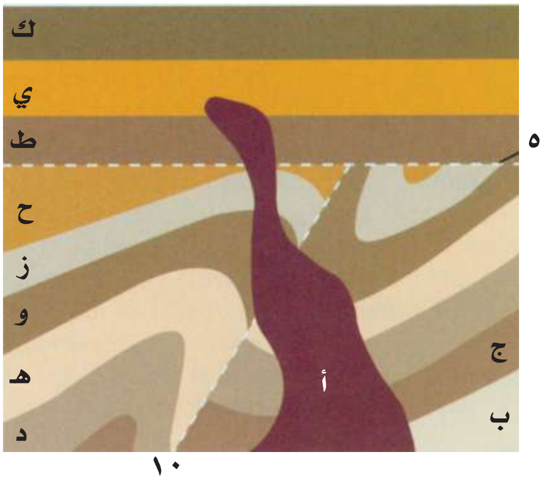
١٩. **تطبيقُ المفاهيم:** وضِّحْ كيفَ يمكنُ للتغيُّراتِ في الظروفِ البيئيَّةِ أن تؤثِّرَ على بقاءِ الأنواع. هاتِ مثالَيْنِ على ذلك.

٢٠. **تحديدُ العلاقات:** علِّلْ: يعرفُ الباليونتولوجيّونَ عن الكائناتِ ذاتِ الهياكلِ الصلبةِ أكثرَ ممّا يعرفون عن الكائناتِ ذاتِ الأجسامِ الطريَّة.

٢١. **تحليلُ العمليّات:** علِّلْ: الشجرةُ المتحجِّرَةُ منذُ ١٠٠ مليونِ سنةٍ ليسَتْ من الخشبِ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استعملِ الرسمَ أدناهُ لتُجيبَ عن الأسئلةِ التي تليه.



٢٢. هل الاندساسُ الناريُّ (القاطع) (أ) أقدمُ من الطبقةِ (ط) أم أحدث؟ وضِّحْ ذلك.

٢٣. ما الظاهرةُ المُشارُ إليها بالرقم ٥؟

٢٤. هل الاندساسُ الناريُّ (أ) أحدثُ من الصدعِ ١٠ أم أقدمُ؟ وضِّحْ ذلك.

٢٥. ماذا حدثَ في الطبقاتِ (ب)، (ج)، (د)، (هـ)، (و)، (ز)، (ح)، إذا استثنَيْنا الاندساسَ الناريَّ والتصدُّعَ؟ رتِّبْ هذا الحدث، والاندساسَ، والتصدُّعَ، وفقَ تسلسلِ حدوثِها.

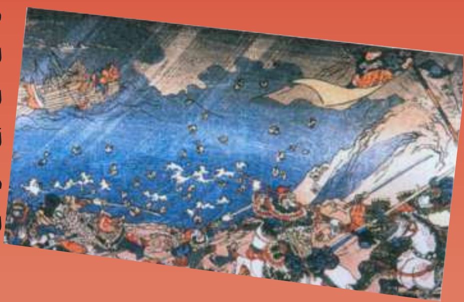
الوَحدةُ

د

الطقسُ والمُناخ

ستتعلّمُ في هَذهِ الوَحدةِ عن الغلافِ الجوّيِّ للأرضِ، وكيفَ يؤثِّرُ في حالةِ الجوِّ على سطحِ الأرض. الطقسُ المتغيِّرُ باستمرارٍ يشكِّلُ على الدوامِ مادّةً للحديثِ بين الناس، لكنّ توقُّعَ الطقس ليسَ بالمهمَّةِ السهلةِ. وعلى عكسِ الطقس، يكونُ التنبُّؤُ بالمناخِ ممكنًا أكثر. يبيِّنُ هذا الخطُّ الزمنيُّ بعضَ الحوادثِ التي وقعَتْ بينما كانَ العُلماءُ يحاولون فهمَ الغلافِ الجوّيِّ للأرض، والطقسِ، والمناخِ فهمًا أفضلَ.

١٢٨١



دمَّرَ إعصارٌ مفاجئٌ أسطولاً من السفنِ المنغوليَّةِ المقتربةِ من اليابانِ. هذه «الرياحُ السماويَّةُ»، أو الكاميكازي كما يقالُ لها باليابانيِ، أنقذَتِ اليابانَ من الاجتياحِ والخضوعِ.

١٧٤٩

وضَّحَ بنجامين فرانكلين كيفَ يتسبَّبُ التسخينُ الشمسيُّ للهواءِ المحلّيِّ في تياراتِ الهواءِ الصاعدةِ.

١٧٧٨

استنتجَ كارل شيل أن الهواءَ يتكوَّنُ في معظمِهِ من النيتروجينِ والأكسجين.

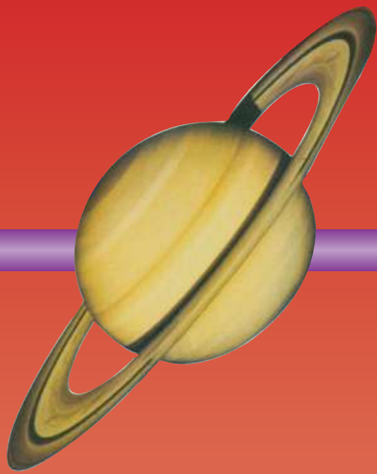
١٩٧٤

تمَّ الإقرارُ بأنَّ الكلوروفلوروكربونَ (CFCs) يؤذي طبقةَ الأوزونِ.

١٩٨٢

أصبحتِ المعلوماتُ عن الطقس متوافرةً ٢٤ ساعةً في اليوم، وسبعةَ أيّامٍ في الأسبوع، على قنواتِ التلفزةِ التجاريَّةِ.





١٦٥٥

تمَّ الإقرارُ بصحَّةِ وجودِ الحلقاتِ السبعِ حولَ كوكبِ زُحل. كان غاليليو قد شاهدَها سنةَ ١٦١٠. لكنَّ تلسكوبَه لم يكنْ قويًّا بما يكفي ليبيِّنَ أن ما شاهدَهُ كانَ حلقاتٍ.

١٧١٨

ابتكرَ غابريال فهرنهايت أوَّلَ ترمومترٍ زئبقيٍّ.



١٩٣٨

أعلن العالمُ الصربيُّ ميلوتين ميلانكوفيتش جازمًا أن ما طرأَ على حركةِ الأرض عبرَ الفضاءِ من تغيُّراتٍ امتدَّت عشراتِ الآلافِ من السنين، له تأثيراتٌ بالغةٌ على المناخِ.

١٩٤٥

تمَّ الاختبارُ الجويُّ الأوَّلُ للقنبلةِ الذرِّيَّةِ بالقربِ من آلاموغوردو، في نيومكسيكو.



١٩٨٥

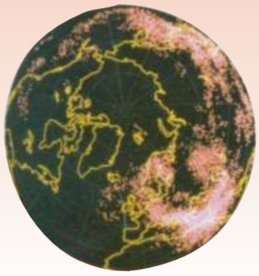
اكتشفَ العلماءُ ثقبًا في طبقةِ الأوزونِ فوقَ القطبِ المتجمِّدِ الجنوبيِّ.

١٩٨٦

وقعَ الحادثُ النوويُّ الأسوأُ عالميًّا في تشرنوبيل، بأوكرانيا، ونشرَ الإشعاعاتِ عبرَ الغلافِ الجوِّيِّ وصولاً إلى غربِ أمريكا الشماليَّةِ.

٢٠٠٧

ضربَ الإعصارُ جونو الساحلَ الشرقيَّ لسلطنةِ عُمانَ ودولةِ الإماراتِ العربيَّةِ المتَّحدةِ؛ وتسبَّبَ في أضرارٍ فادحةٍ، خصوصًا في سلطنة عُمان.



المسارُ الذي سلكَتْهُ الموادُّ المشعَّةُ المنبعثةُ من تشرنوبيل.

الفصل ٨

الغلافُ الجوّيُّ



الفكرةُ الرئيسةُ

الغلافُ الجويُّ للأرض مزيجٌ من الغازاتِ التي تنشرُ الحرارةَ وتجُعلُ الحياةَ ممكنةً على الأرضِ.

القسم

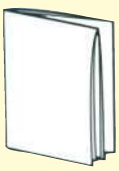
حولَ الصورةِ

الهواءُ في المرتفعات، كتلك المبيّنة في الصورة، قليلُ الكثافةِ إلى درجةِ أنه يحتوي على ٣٠٪ فقط من كمّيّةِ الأكسجين التي يحتوي عليها الهواءُ عندَ مستوى سطحِ البحرِ. لذلكَ، يضطرُ معظمُ متسلّقي الجبالِ إلى اصطحابِ كمّيَّةٍ من الهواءِ الذي يحتاجون إليه، في أسطواناتٍ من غازِ الأكسجين.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف المِلاحظات

جدولُ مقارنةٍ قبل أن تبدأ بقراءةِ الفصل، قمْ بإعدادِ كتيِّبِ **جدولِ المقارنة**. عَنونْ كلَّ صفحةٍ من الكتيّبِ بفكرةٍ أساسيَّةٍ من الفصل. وفي أثناءِ قراءةِ الفصل، اكتبْ ما تتعلّمُهُ عن كلِّ فكرَةٍ أساسيَّةٍ، في الصفحةِ المناسبةِ من الكتيِّبِ.





نشاطٌ استِهلاليٌّ

هل للهواءِ كُتلةٌ؟

في هذا النشاطِ سوفَ تقارنُ بينَ بالونٍ منفوخٍ وبالونٍ مفرّغٍ من الهواءِ، لتكتشفَ إنْ كانَ للهواءِ كتلةٌ.

الخُطوات

١. أجبْ عنِ الأسئلةِ التاليةِ: هل للهواءِ كتلةٌ؟ هلْ تزيدُ كتلةُ البالونِ المنفوخِ عن كتلةِ البالونِ المفرَّغِ من الهواءِ؟

٢. انفخْ **بالونَيْنِ كبيريْنِ** واربُطْهُما جيِّدًا. علِّقْ كلَّ بالونٍ على طرفٍ من طرفَيْ **مترٍ خشبيٍّ**، مُستخدمًا **دبّوسَيْنِ متماثلَيْنِ** من دبابيسِ الكبس. وازنِ المترَ الخشبيَّ على **قلمٍ** يمسكُهُ واحدٌ من زملائِكَ. تأكّدْ من أن المترَ متوازنٌ تمامًا.

٣. توقَّعْ ما سوفَ يحدثُ، عندما تُفجِّرُ أحدَ البالونين. دوِّنْ توقُّعاتِكَ.

٤. ضعْ **نظارةً واقيةً**، اثقبْ باحتراسٍ أحدَ البالونَيْنِ **بدبّوسٍ**.

٥. دوِّنْ مُلاحظاتِكَ.

التحليل

١. وضِّحْ ملاحظاتِك. هلْ كانتْ توقُّعاتُكَ صحيحةً؟

٢. بناءً على النتائجِ التي حصلْتَ عليْها، هل للهواءِ كتلةٌ؟ إذا كانَ للهواءِ كتلةٌ، فهلْ يتأثَّرُ الغلافُ الجوّيُّ بجاذبيَّةِ الأرضِ؟ فسِّرْ إجاباتِك.

القسمُ ١

خصائصُ الغلافِ الجوّيِّ

يمكنُكَ البقاءُ لعدّةِ أيام بلا غذاءٍ وماءٍ. لكنَّكَ لا تستطيعُ البقاءَ لأكثرِ من خمسِ دَقائقَ بلا هواءٍ.

الغلافُ الجويُّ Atmosphere مزيجٌ من الغازاتِ التي تحيطُ بالأرض. وبالإضافةِ إلى احتوائِه على الأكسجينِ الضروريِّ للتنفُّس، يحميكَ الغلافُ الجوّيُّ من أشعَّةِ الشمسِ الضارة. يتغيَّرُ الغلافُ الجويُّ بشكلٍ دائم. وكلُّ نَفَسٍ تتنفَّسُهُ، وكلُّ شجرةٍ تُزرعُ، وكلُّ مركبةٍ تقودُها تؤثِّرُ في تركيبِ الغلافِ الجويِّ.

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ تركيبَ الغلافِ الجوّيِّ للأرض.
- يشرحُ سببَ تغيُّرِ الضغطِ الجوّيِّ مع الارتفاع.
- يوضّحُ كيفَ تتغيَّرُ درجةُ حرارةِ الهواءِ مع تغيُّرِ تركيبِ الغلافِ الجوّيِّ.
- يصفُ طبقاتِ الغلافِ الجوّيِّ.

المفرداتُ والمفاهيم

الغلافُ الجوّيُّ	التروبوسفيرُ
الضغطُ الجوّيُّ	الميزوسفيرُ
الستراتوسفيرُ	الثيرموسفيرُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

طريقةٌ للتذكُّر: وأنتَ تقرأُ هذا القسمَ، ابتكرْ طريقةً تساعدُكَ على تذكُّرِ طبقاتِ الغلافِ الجوّيِّ للأرض.

تركيبُ الغلافِ الجويِّ

تلاحظُ في **الشكل ١** أن الغلافَ الجوّيَّ يتكوَّنُ، في معظمِهِ، من غازِ النيتروجين. ويشكِّلُ الأكسجينُ ما يزيدُ قليلاً على ٢٠٪ من غازاتِ الغلافِ الجوّيِّ. بالإضافةِ إلى النيتروجينِ والأكسجين، يحتوي الغلافُ الجويُّ على دقائقَ صغيرةٍ، كالغُبارِ والدُّخان. عندمَا تُطفأُ الأنوارُ ليلاً أضيءِ المصباحَ الكهربائيَّ، وسترى بعضَ هذه الجسيماتِ معلَّقةً في الهواءِ. الماءُ أيضًا موجودٌ في الغلافِ الجوّيِّ في السحبِ إما بصورةٍ سائلةٍ (قطراتِ ماء) أو بصورةٍ صلبةٍ (ثلجٍ وبلَّوراتٍ ثلجيَّةٍ). لكنَّ معظمَ الماءِ في الغلافِ الجويِّ موجودٌ بصورتِهِ الغازيَّةِ، ويسمّى **بخارَ الماء**. عندما تتغيَّرُ الظروفُ الجويَّةُ يتحوَّلُ بخارُ الماءِ، إلى ماءٍ صلبٍ أو سائلٍ. ويُصبحُ تساقطُ المطرِ والثلجِ ممكنًا.

تحقَّقْ

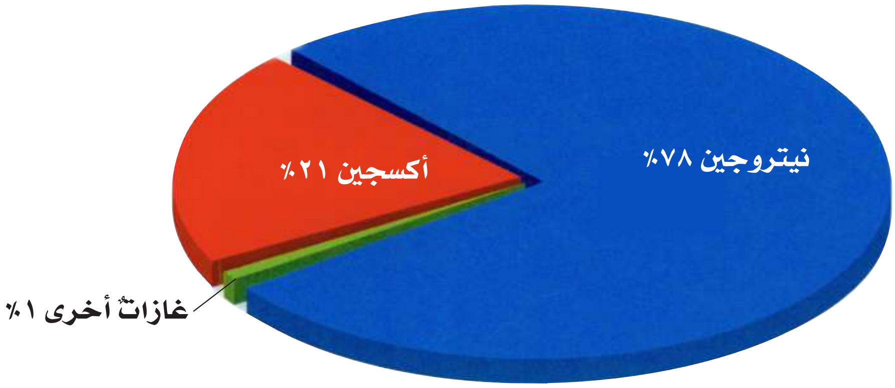
ما الحالاتُ الفيزيائيَّةُ الثلاثُ للماءِ في الغلافِ الجوّيِّ؟

الشكلُ ١ تركيبُ الغلافُ الجوّيِّ

النيتروجينُ هوَ الغازُ الجوّيُّ الأكثرُ شيوعًا، الذي ينتجُ عندمَا تتحلَّلُ النباتاتُ والحيواناتُ الميتةُ، وعندمَا تثورُ البراكين.

الأكسجينُ ثاني أكثرِ الغازاتِ الجوّيَّةِ شيوعًا، وتنتجُهُ العوالقُ النباتيَّةُ والنباتات.

النسبةُ الباقيةُ من الغلافِ الجوّيِّ، والبالغةُ ١٪ ، تتكوَّنُ من الأرجونِ، وثاني أكسيدِ الكربونِ وبخارِ الماءِ وغازاتٍ أُخرى.



الضغطُ الجوّيُّ ودرجةُ الحرارةِ

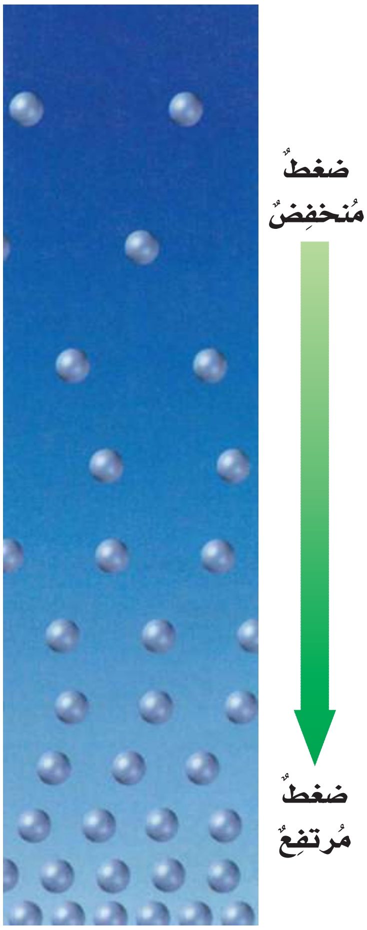
قد تفاجأُ إذا علمْتَ بأنكَ تحملُ يوميًّا عمودًا من الهواءِ ارتفاعُه 700km. صحيحٌ أن الهواءَ ليسَ ثقيلاً جدًّا، لكنَّ وزنَهُ يزدادُ. فعلى مستوى سطحِ البحرِ، يكونُ كلُّ سنتيمترٍ مربَّعٍ منَ المساحةِ السطحيَّةِ تحتَ ثقلِ كيلوغرامٍ واحدٍ من الهواءِ تقريبًا. إن حملَ هذا المقدارِ من الهواءِ على مثلِ هذهِ المساحةِ السطحيَّةِ الصغيرةِ، أشبهُ بحملِ كرةِ بولينغ كبيرةٍ على رأسِ إصبعِكَ!

تناقصُ ضغطِ الهواءِ بازديادِ الارتفاعِ

تُمسكُ الجاذبيةُ بالغلافِ الجوّيِّ حولَ الأرضِ. وتشدُّ الجاذبيَّةُ الجزيئاتِ الغازيّةَ في الغلافِ الجوّيِّ باتِّجاهِ سطحِ الأرضِ، ممّا يولِّدُ ضغطًا جوّيًّا. **الضغطُ الجوّيُّ** Air pressure هو القوّةُ التي تضغطُ بها جزيئاتُ الهواءِ على وحدةِ المساحاتِ من سطحِ الأرضِ. يبلغُ الضغطُ الجوّيُّ أعلى درجاتِهِ عندَ سطحِ الأرضِ، لأنّ كمّيَّةَ الهواءِ فوقَهُ أكبرُ. وكلّما ارتفعْتَ عنْ سطحِ الأرضِ تتناقصُ الجزيئاتُ الغازيَّةُ فوقَك. أي كلَّما ازدادَ الارتفاعُ (المسافةُ العموديَّةُ من مستوى سطحِ البحرِ)، يتناقصُ الضغطُ الجوّيُّ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٢**.

تركيبُ الغلافِ الجوّيِّ يؤثِّرُ في درجةِ حرارةِ الهواءِ

تتغيَّرُ درجةُ حرارةِ الهواءِ أيضًا كلما ازدادَ الارتفاعُ. والفروقُ في درجاتِ الحرارةِ تنتجُ أساسًا من طريقةِ امتصاصِ الطاقةِ الشمسيَّةِ في أثناءِ عبورِها الغلافَ الجوّيَّ. تكونُ بعضُ أجزاءِ الغلافِ الجوّيِّ أكثرَ دفئًا من سواها، لأنَّها تحتوي على نسبةٍ عاليةٍ من الغازاتِ التي تمتصُّ الطاقةَ الشمسيَّةَ، في حين أنَّ أجزاءً أُخرى من الغلافِ الجوّيِّ تكونُ أكثرَ برودةً، لأنها تحتوي على نسبةٍ أقلَّ من تلك الغازاتِ.



الشكلُ ٢ يزدادُ الضغطُ الجوِّيُّ عندَ الاقترابِ من سطحِ الأرضِ.

رابطُ فيزياء

اختبارُ الضغطِ الجوّيِّ

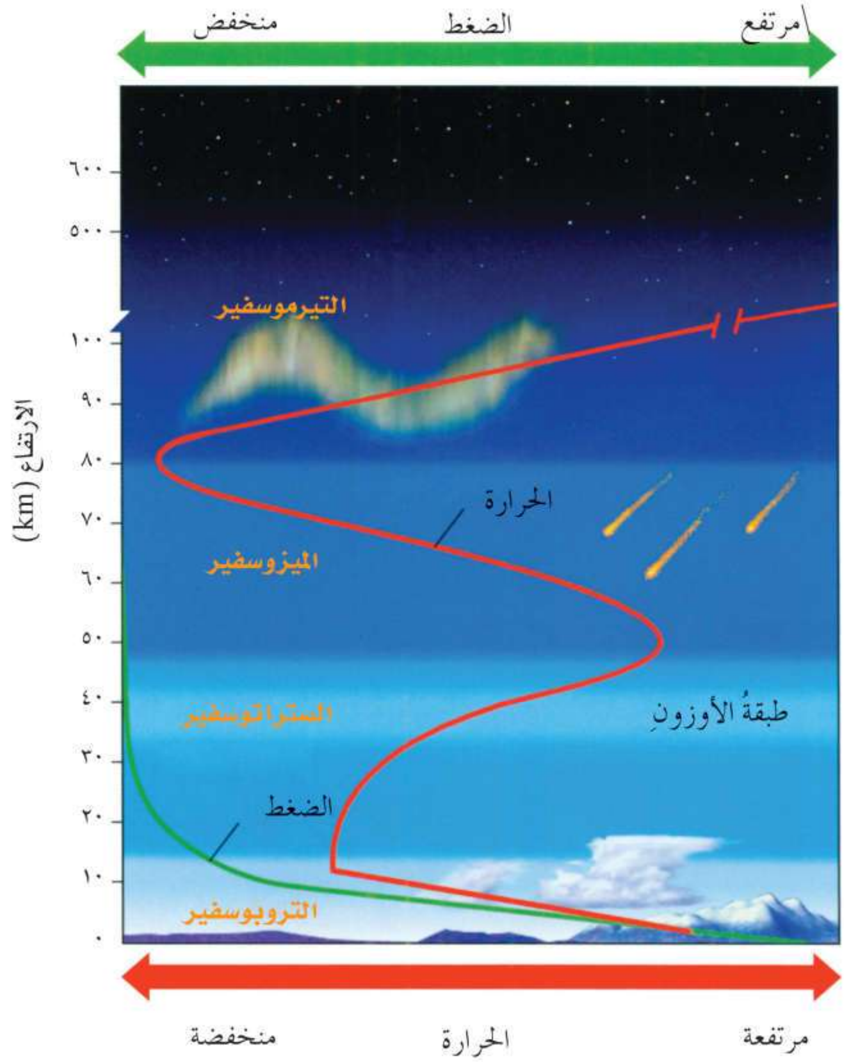
هل يدفعُ الضغطُ الجوّيُّ نحوَ الأسفلِ فقط؟ جرِّبْ هذا الاختبارَ لتكتشفَ. املأْ كأسًا من البلاستيكِ بالماءِ إلى حافتِها. غطِّ الكأسَ بقطعةٍ من الكرتونِ، واضغطْ عليها بثباتٍ. ثم اقلبِ الكأسَ بسرعةٍ، ولاحظْ ما يحصلُ. كيفَ تُفسِّرُ تأثيراتُ ضغطِ الهواءِ ملاحظاتِك.

الغلافُ الجوّيُّ: مزيجٌ من الغازاتِ يحيطُ بكوكبٍ أو قمرٍ.

الضغطُ الجوّيُّ: مقياسُ القوّةِ التي تضغطُ بها جزيئاتُ الهواءِ على سطحٍ ما.

طبقاتُ الغلافِ الجوّيِّ

اعتمادًا على التغييراتِ في درجةِ الحرارةِ، يُقسَّمُ الغلافُ الجوّيُّ للأرضِ إلى أربعِ طبقاتٍ، كما يبيِّنُ **الشكلُ ٣**. هذهِ الطبقاتُ، هيَ: **التروبوسفيرُ، الستراتوسفيرُ، الميزوسفيرُ، التيرموسفير**. بالرغمِ من أنَّ هذهِ الأسماءَ قد تبدو معقَّدةً، إلاّ أن اسمَ كلِّ طبقةٍ يُقدِّمُ دلائلَ على خصائصِها.



الشكلُ ٣ تُحدَّدُ خصائصُ طبقاتِ الغلافِ الجوِّيِّ بتغيُّراتِ درجاتِ الحرارةِ.

وقفةٌ معَ الرياضيات

صنعُ نموذجٍ للغلافِ الجوّيِّ

تشكّلوا في مجموعاتٍ، واستخدموا مسطرةً متريَّةً لصنعِ نموذجٍ للغلافِ الجوّيِّ، مستخدمين مقياسَ الرسمِ المناسب وموظّفين الشكل (٣)
افترضوا أن ارتفاعَ الغلافِ الجويِّ هو 700km . فكّروا في طريقةٍ إبداعيَّةٍ لعرضِ نموذجِكم. يمكنُكم استخدامُ طباشيرَ، وأوتادٍ وأسلاكٍ ولوحةِ ملصقٍ، أو أيَّةِ موادَّ يوافقُ عليها معلِّمُكم. قوموا ببعضِ الأبحاثِ، لإضافةِ معلوماتٍ مثيرةٍ للاهتمامِ عن كلِّ طبقةٍ.

تحقَّقْ

سمِّ طبقاتِ الغلافِ الجوّيِّ.

التروبوسفيرُ: الطبقةُ التي نعيشُ فيها

التروبوسفيرُ Troposphere هي الطبقةُ السفلى من الغلافِ الجويِّ، التي تمتدُّ مباشرةً فوقَ سطحِ الأرضِ. وهيَ أيضًا الطبقةُ الهوائيَّةُ الأكثرُ كثافةً، لأنَّها تحتوي على ٩٠٪ تقريبًا من الكتلةِ الكليَّةِ للهواءِ! ذلك أن كلَّ ثاني أكسيدِ الكربونِ، وبُخارِ الماءِ، والسحبِ، وتلوُّثِ الهواءِ، والطقسِ، وأشكالِ الحياةِ، تقعُ في التروبوسفيرِ. يُبيِّنُ **الشكلُ ٤** أن درجاتِ الحرارةِ تتغيَّرُ كثيرًا

في التروبوسفير؛ وأن الفروقَ في كثافةِ الهواءِ ودرجةِ حرارتِهِ تجعلُ الغازاتِ في التروبوسفيرِ تختلطُ باستمرارٍ.

الستراتوسفيرُ: مكانُ تواجدِ الأوزونِ

الستراتوسفيرُ Stratosphere هي طبقةُ الهواءِ الواقعةُ فوقَ التروبوسفيرِ. يبيِّنُ **الشكلُ ٥** الحدودَ بينَ الستراتوسفيرِ والتروبوسفيرِ. وتتمايزُ الغازاتُ في الستراتوسفيرِ طبقاتٍ ولا تختلطُ بقدرِ اختلاطِ الغازاتِ في التروبوسفيرِ. كما أن الهواءَ خفيفٌ جدًّا في الستراتوسفيرِ، ويحتوي على قليلٍ من الرطوبةِ. أما الجزءُ السفليُّ من الستراتوسفيرِ فباردٌ جدًّا، إذ يبلغُ معدَّلُ درجةِ الحرارةِ فيهِ 60°C-. لكنَّ درجةَ الحرارةِ ترتفعُ بازديادِ الارتفاعِ في الستراتوسفيرِ. يحصلُ هذا الارتفاعُ لأن الأوزونَ في الستراتوسفيرِ يمتصُّ الأشعَّةَ فوقَ البنفسجيَّةِ من الشمسِ، ممّا يُسخِّنُ الهواءَ. ويكادُ غازُ الأوزونِ في الستراتوسفيرِ ينحصرُ كلُّه في طبقةِ الأوزونِ. تحمي طبقةُ الأوزونِ الحياةَ على الأرضِ بامتصاصِها الأشعَّةَ فوقَ البنفسجيَّةِ الضارَّةَ.

الميزوسفيرُ: الطبقةُ الوسطيَّةُ

الميزوسفيرُ Mesosphere هي الطبقةُ الوُسطى من الغلافِ الجوِّيِّ، والطبقةُ الأبردُ فيه، وهي تقعُ فوقَ الستراتوسفيرِ. وكما هي حالُ التروبوسفيرِ، تنخفضُ درجةُ الحرارةِ كلَّما ازدادَ الارتفاعُ في الميزوسفيرِ. وقدْ تتدنّى درجاتُ الحرارةِ في أعلى الميزوسفيرِ لتصلَ إلى 93°C-.



الشكلُ ٥ هذهِ الصورةُ لغلافِ الأرضِ، التُقطَتْ من الفضاءِ. التروبوسفيرُ الطبقةُ الصفراءُ، والستراتوسفيرُ الطبقةُ البيضاءُ.



الشكلُ ٤ كلما ازدادَ الارتفاعُ في التروبوسفيرِ، تنخفضُ درجةُ الحرارةِ. والثلجُ هنا، يظلُّ متوِّجًا هذا الجبلَ على مدارِ السنةِ.

التروبوسفيرُ: الطبقةُ السفلى من الغلافِ الجوّيِّ، التي تنخفضُ فيها درجةُ الحرارةِ بمعدَّلٍ ثابتٍ كلما ازدادَ الارتفاعُ.

الستراتوسفيرُ: طبقةُ الغلافِ الجوّيِّ التي تقعُ فوقَ التروبوسفيرِ، والتي ترتفعُ فيها درجةُ الحرارةِ كلَّما ازدادَ الارتفاعُ.

الميزوسفيرُ: طبقةُ الغلافِ الجوّيِّ التي تقعُ بينَ الستراتوسفيرِ والتيرموسفيرِ، والتي تنخفضُ فيها درجةُ الحرارةِ مع ازديادِ الارتفاعِ.

التيرموسفيرُ: الطبقةُ العُليا في الغلافِ الجوّيِّ، حيثُ ترتفعُ درجةُ الحرارةِ مع ازديادِ الارتفاعِ.

التيرموسفيرُ: حافةُ الغلافِ الجوّيِّ

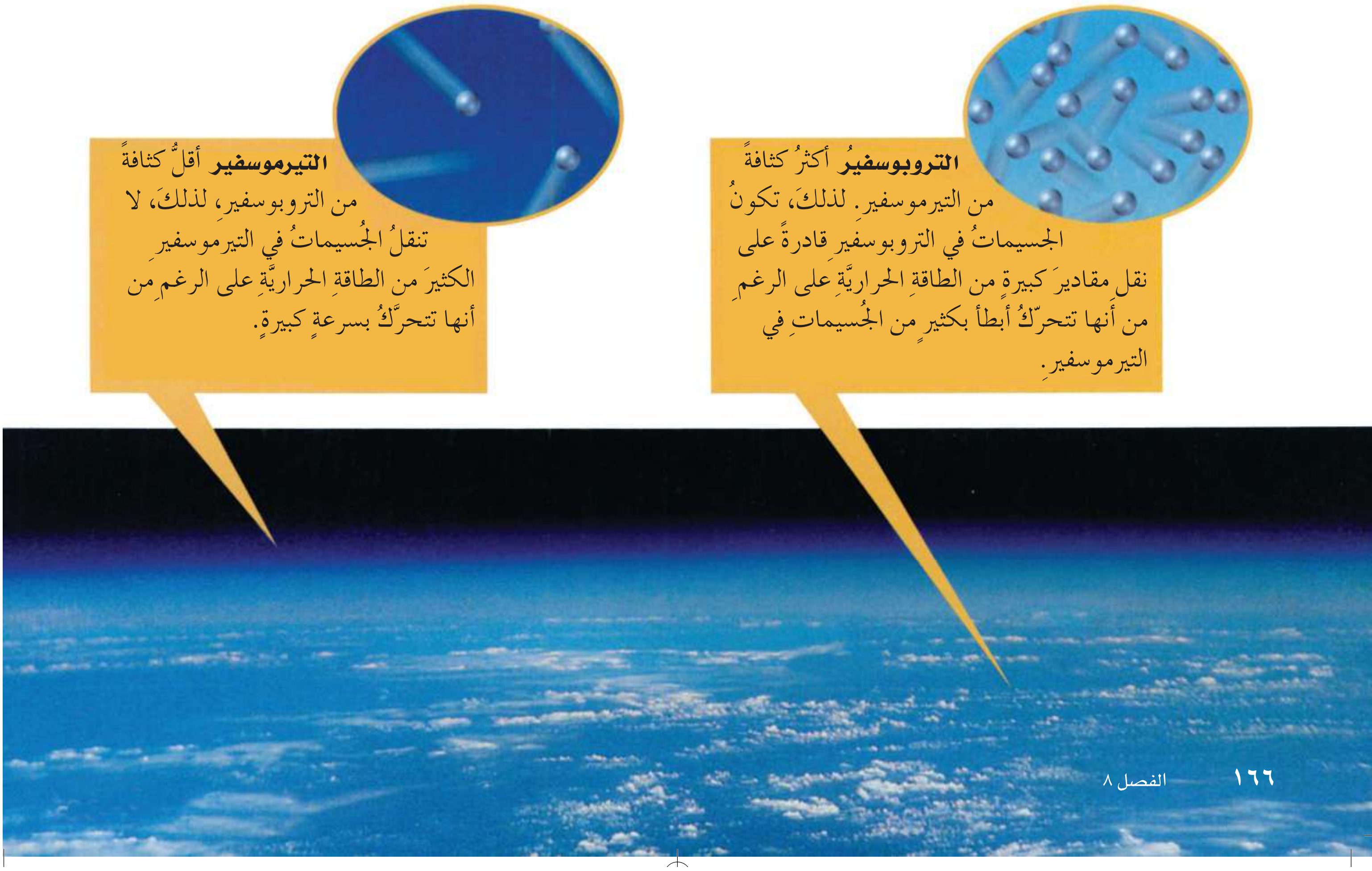
التيرموسفيرُ Thermosphere أو الغلافُ الحراريُّ، هي الطبقةُ العُليا في الغلافِ الجويِّ. وفي هذهِ الطبقةِ، ترتفعُ درجاتُ الحرارةِ مع ازديادِ الارتفاعِ. فذرّاتُ النيتروجين والأكسجين تمتصُّ أشعَّةَ الشمسِ الغنيَّةَ بالطاقةِ. وتُطلقُ الطاقةَ الحراريَّةَ التي ترفعُ درجاتِ الحرارةِ في التيرموسفيرِ إلى ١٠٠٠ درجةٍ مئويَّةٍ أو أكثرَ.

عندَما تُفكِّرُ في منطقةٍ درجاتُ الحرارةِ فيها مُرتفعةٌ؛ يُرجَّحُ أن تُفكِّرَ في مكانٍ حارٍّ جدًّا. لكن، على الرغم من أن درجاتِ الحرارةِ في التيرموسفيرِ مرتفعةٌ جدًّا، فإن الجوَّ في هذهِ الطبقةِ ليسَ حارًّا. فدرجةُ الحرارةِ تختلفُ عن الحرارةِ. إنّها مقياسٌ لمعدّلِ طاقةِ الجُسَيْماتِ خلالَ حركتِها. ودرجةُ الحرارةِ المرتفعةُ في التيرموسفيرِ تعني أن الجسيماتِ في هذهِ الطبقةِ تتحرَّكُ بسرعةٍ كبيرةٍ. أما الحرارةُ فهيَ انتقالُ الطاقةِ الحراريَّةِ بينَ أجسامٍ ذاتِ درجاتِ حرارةٍ مختلفةٍ. ولا بُدَّ من تلامُسِ الجُسيماتِ لنقلِ الطاقةِ الحراريَّةِ. والحيِّزُ بينَ الجُسيماتِ في التيرموسفيرِ واسعٌ جدًّا، إلى درجةٍ أن هذهِ الجسيماتِ لا تنقلُ الكثيرَ من الطاقةِ الحراريَّةِ. هذا يعني أن كثافةَ التيرموسفيرِ منخفضةٌ، بحيثُ أن الجسيماتِ لا تتصادمُ كثيرًا، ولا تنقلُ الطاقةَ بالتالي. يبيِّنُ **الشكلُ ٦** كيفَ تؤثِّرُ كثافةُ الهواءِ على تسخينِ التروبوسفيرِ والتيرموسفيرِ.

تحقَّقْ

لماذا لا تبدو طبقةُ التيرموسفيرِ حارّةً على الرغمِ من ارتفاعِ درجةِ حرارتِها؟

الشكلُ ٦ درجةُ الحرارةِ في التروبوسفيرِ والتيرموسفيرِ.



الأيونوسفيرُ: موقعُ الشفقِ القطبيّ

في أعلى الميزوسفيرِ وأسفلِ التيرموسفيرِ تمتصُّ ذرّاتُ النيتروجين والأكسجين أشعَّةَ الشمسِ الضارَّة. نتيجةً لذلك، ترتفعُ درجةُ حرارة التيرموسفير، وتُصبحُ الجُسَيماتُ الغازيَّةُ مشحونةً كهربائيًا. تُسمّى هذه الجُسيماتُ بالأيونات. لذلكَ يُطلقُ على هذا الجزءِ من التيرموسفير اسمُ الأيونوسفير. يبيِّنُ **الشكلُ ٧**، كيفَ تُصدرُ هذه الأيوناتُ في المناطقِ القطبيَّة الطاقةَ كأضواءٍ وامضةٍ تُسمّى الشفق. تعكسُ طبقةُ الأيونوسفير أيضًا موجاتِ الراديو الطويلة من نوع AM. وعندَما تكونُ الظروفُ ملائمةً يمكنُ لتلك الموجاتِ أن تنتقلَ حولَ العالمِ بالانعكاس من الأيونوسفير. فهذهِ الإشاراتُ اللاسلكيَّة ترتدُّ من الأيونوسفيرِ وتعودُ إلى الأرض.



الشكلُ ٧ الجسيماتُ المشحونةُ في الأيونوسفير تسبِّبُ الشفقَ، أو الأضواءَ الشماليَّةَ والجنوبيَّة.

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- يكوِّنُ النيتروجينُ والأكسجينُ معظمَ غازاتِ الغلافِ الجوِّيِّ للأرض.
- يتناقصُ الضغطُ الجوِّيُّ كلما ازدادَ الارتفاعُ.
- يؤثِّرُ تركيبُ طبقاتِ الغلافِ الجوِّيِّ في درجةِ حرارتِها.
- التروبوسفيرُ أدنى طبقاتِ الغلافِ الجوِّيِّ. وهي الطبقةُ التي نعيشُ فيها.
- تحتوي طبقةُ الستراتوسفير على طبقةِ الأوزون، التي تحمينا من الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ الضارَّة.
- الميزوسفيرُ هي الطبقةُ الأبردُ في الغلافِ الجوِّيِّ.
- التيرموسفيرُ أعلى طبقاتِ الغلافِ الجوِّيِّ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. وضِّحِ المقصودَ بكلٍّ من المفاهيمِ التاليةِ: **الضغطِ الجوّيِّ، الغلافِ الجوّيِّ، التروبوسفير، الستراتوسفير، الميزوسفير، التيرموسفير.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٢. لماذا تختلفُ درجاتُ الحرارةِ باختلافِ طبقاتِ الغلافِ الجوّيِّ؟
أ. لأن درجةَ حرارةِ الهواءِ ترتفعُ مع ازديادِ الارتفاعِ.
ب. لأنّ كميَّةَ الطاقةِ المنبعثةِ من الشمسِ تتغيَّرُ.
ج. بسببِ تدخُّلِ الإنسانِ.
د. بسببِ اختلافِ أنواعِ الغازاتِ وتركيبِها في كلِّ طبقةٍ.

٣. لماذا ينخفضُ الضغطُ الجويُّ مع ازديادِ الارتفاعِ؟

٤. كيفَ يمكنُ لطبقةِ التيرموسفير أن تكونَ درجةُ حرارتِها مرتفعةً دونَ أن نُشعرَنا بالحرارةِ؟

٥. ما الذي يُحدِّدُ درجةَ حرارةِ طبقاتِ الغلافِ الجوّيِّ؟

٦. ما الغازانِ اللذانِ يشكّلانِ معظمَ الغلافِ الجوّيِّ؟

مهاراتُ رياضيات

٧. إذا كانَتْ سحابةٌ عاديَّةٌ بكثافةِ $0{,}5\ g/m^3$ وبحجمِ $1\ 000\ 000\ 000 m^3$، فكم تبلغُ كتلتُها؟

تفكيرٌ ناقد

٨. **تطبيقُ المفاهيمِ:** طبِّقْ ما تعرفُهُ عن العلاقةِ بينَ الارتفاعِ والضغطِ الجويِّ، لتفسِّرَ سببَ الصعوبةِ التي تواجهُها الطائراتُ العموديَّةُ في التحليقِ على ارتفاعاتٍ تزيدُ على 6000 m.

٩. **استدلالٌ:** إذا كانَ الجزءُ العلويُّ من الغلافِ الجويِّ قليلَ الكثافةِ، فلماذا تسخنُ المركباتُ الفضائيَّةُ عندَما تدخلُ الغلافَ الجوّيَّ؟

١٠. **استدلالٌ:** لماذا تستطيعُ غازاتٌ مثلُ الهيليومِ الإفلاتَ من الغلافِ الجوّيِّ للأرضِ؟

القسمُ ٢

تسخينُ الغلافِ الجوّيِّ

تخيّلْ أنَّكَ متمدِّدٌ في حديقةٍ عامَّةٍ. عيناكَ مُغمضتانِ، وتلفحُ وجهَكَ حرارةُ الشمسِ. ربَّما حدثَ لكَ ذلكَ من قبلُ. لكنْ هل فكَّرْتَ يومًا في أن الطاقةَ التي لفحَتْ وجهَكَ تستغرقُ أكثرَ قليلاً من ثماني دقائقَ لتنتقِلَ من نجمٍ يبعُدُ 149 000 000 km.

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ ما يحصلُ للطاقةِ الشمسيّةِ التي تصلُ إلى الأرضِ.
- يلخّصُ عمليّاتِ الإشعاعِ، والتوصيلِ الحراريِّ، والحملِ.
- يوضّحُ العلاقةَ بينَ الاحتباسِ الحراريِّ والاحترارِ العالميِّ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الإشعاعُ
التوصيلُ الحراريُّ
الحمل
الاحترارُ العالميُّ
الاحتباسُ الحراريُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

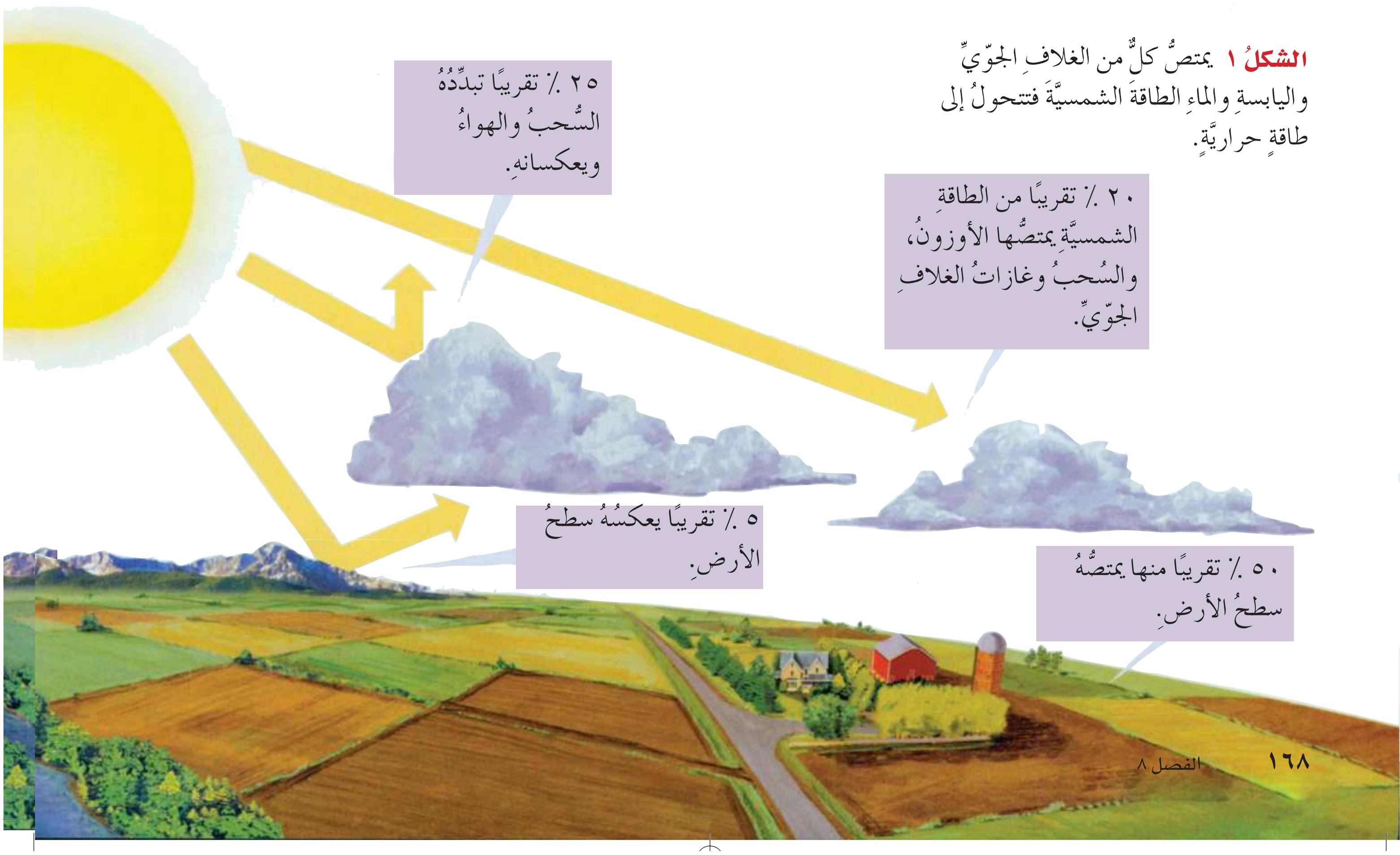
منظِّمُ القراءةِ: في أثناءِ قراءةِ هذا القسمِ ضعْ جدولاً لمقارنةِ الإشعاعِ والتوصيلِ والحملِ.

طرقُ انتقالِ الطاقةِ الحراريَّةِ في الغلافِ الجوّيِّ

في المشهدِ المذكورِ أعلاه، تدفأَ وجهُكَ بالطاقةِ الآتيةِ من الشمسِ. الأرضُ وغلافُها الجوّيُّ أيضًا تُدفِّئُهما الطاقةُ الآتيةُ من الشمسِ. في هذا القسمِ ستكتشفُ ما يحصلُ للطاقةِ الشمسيَّةِ عندَما تدخلُ الغلافَ الجوّيَّ.

الانتقالُ بالإشعاعِ: نقلُ الطاقةِ بواسطةِ الموجاتِ

تحصلُ الأرضُ على الطاقةِ من الشمسِ، بواسطةِ الإشعاعِ. **الإشعاعُ Radiation** نقلُ الطاقةِ كموجاتٍ كهرومغنطيسيَّةٍ. بالرغمِ من أن الشمسَ تصدرُ كمّياتٍ هائلةً من الطاقةِ، فإن الأرضَ تحصلُ على جزءَيْنِ من مليارِ جُزءٍ من هذهِ الطاقةِ. لكنَّ هذه الكمّيَّةَ الضئيلةَ من الطاقةِ تكفي لاستمرارِ دورةِ الطقسِ، وتجعلُ الأرضَ صالحةً للحياةِ. يبيِّنُ **الشكلُ ١** ما يحصلُ للطاقةِ الشمسيَّةِ إثرَ دخولِها الغلافَ الجوّيَّ.



الشكلُ ١ يمتصُّ كلٌّ من الغلافِ الجوّيِّ واليابسةِ والماءِ الطاقةَ الشمسيَّةَ فتتحولُ إلى طاقةٍ حراريَّةٍ.

الانتقالُ بالتوصيل: انتقالُ الطاقةِ بالتلامس

إذا سبقَ لك أن لمسْتَ شيئًا ساخِنًا تكونُ قد جرَّبْتَ عمليَّةَ التوصيل. **التوصيلُ الحراريُّ** Thermal conduction نقلُ الطاقةِ الحراريَّةِ عبرَ مادَّةٍ ما. إن الطاقةَ الحراريَّةَ تنتقلُ دائمًا من المناطِقِ الساخنةِ إلى المناطقِ الباردةِ. وعندَما تُلامسُ جُزيئاتُ الهواءِ سطحَ الأرضِ الساخنَ مُلامسةً مباشرةً، تنتقلُ الطاقةُ الحراريَّةُ إلى الغلافِ الجوّيِّ.

الانتقالُ بالحملِ: انتقالُ الطاقةِ بالانتشارِ

إذا كنْتَ قد راقبْتَ ماءً يغلي في وعاءٍ، تكونُ قد لاحظْتَ عمليَّةَ الحمل. **الحملُ** Convection انتقالُ الطاقةِ الحراريَّةِ بدورانِ سائلٍ أو غازٍ. إن معظمَ الطاقةِ الحراريَّةِ في الغلافِ الجوّيِّ تُنقلُ بالحمل. مثلاً: يسخنُ الهواءُ، الملامسُ لسطحِ الأرضِ بالتوصيل، فيُصبحُ أقلَّ كثافةً فيرتفعُ. وبما أنَّ الهواءَ الباردَ أكثرُ كثافةً، فإنهُ يهبطُ دافعًا بالهواءِ الساخنِ إلى الأعلى. آخرَ الأمرِ، يسخنُ الهواءُ الباردُ عندَما يلامسُ سطحَ الأرضِ فيبدأُ بالارتفاعِ مجدَّدًا. هذهِ الدورةُ لارتفاعِ الهواءِ الساخنِ وهُبوطِ الهواءِ الباردِ تولِّدُ حركةً دائريَّةً للهواءِ، تُسمّى تيّارَ الحمْلِ، كما هوَ مُبيَّنٌ في **الشكلِ ٢**.

الإشعاعُ: انتقالُ الطاقةِ كموجاتٍ كهرومغنطيسيَّةٍ.

التوصيلُ الحراريُّ: انتقالُ الطاقةِ كحرارةٍ عبرَ مادَّةٍ ما.

الحمْلُ: انتقالُ الطاقةِ الحراريَّةِ بدورانِ سائلٍ أو غازٍ.

تحقَّقْ

كيفَ تُسبِّبُ الاختلافاتُ في كثافةِ الهواءِ تيّاراتِ الحملِ؟

الشكلُ ٢ عمليّاتُ الإشعاعِ والتوصيلِ الحراريِّ والحَمْلِ تُسخِّنُ الأرضَ وغلافَها الجوّيَّ.



الشكلُ ٣ ظاهرةُ الاحتباسِ الحراريِّ



تأثيراتُ الاحتباسِ الحراريِّ في الحياةِ على الأرضِ

سبقَ أن تعلّمتَ أن ٧٠ ٪ تقريبًا من الإشعاعِ الذي يدخلُ الغلافَ الجوّيَّ للأرضِ تُمتصُّها السحبُ وسطحُ الأرضِ. تتحوَّلُ هذهِ الطاقةُ إلى طاقةٍ حراريَّةٍ تُدفىءُ الكوكبَ. بكلماتٍ أخرى، يجري امتصاصُ الضوءِ المرئيِّ كموجاتٍ قصيرةٍ، ويُعادُ بثُّهُ إلى الغلافِ الجوّيِّ كموجاتٍ طويلةٍ من الطاقةِ الحراريَّةِ. إذنْ لماذا لا تفلتُ هذهِ الطاقةُ الحراريَّةُ وتعودُ إلى الفضاءِ؟ معظمُها يفعلُ ذلكَ، لكنَّ الغلافَ الجوّيَّ يحبسُ طاقةً كافيةً لجعلِ الأرضِ ملائمةً للعيشِ. تُسمّى هذهِ العمليَّةُ المُبيَّنةُ في **الشكل ٣** بالاحتباسِ الحراريِّ (مفعولِ البيوتِ الزجاجيَّةِ). **الاحتباسُ الحراريُّ** Greenhouse effect العمليَّةُ التي تمتصُّ بها غازاتُ الغلافِ الجويِّ، من بخارِ ماءٍ وثاني أكسيدِ كربونٍ، الطاقةَ الحراريَّةَ، وتُعيدُ بثَّها إلى الأرضِ. هذهِ العمليَّةُ تُسمّى مفعولَ البيوتِ الزجاجيَّةِ، لأنَّ وظيفةَ الغازاتِ مشابهةٌ لوظيفةِ جدرانِ البيتِ الزجاجيِّ وسقفِهِ، التي تسمحُ بدخولِ الطاقةِ الشمسيَّةِ، لكنَّها تمنعُ خروجَ الطاقةِ الحراريَّةِ.

الاحتباسُ الحراريُّ: احترارُ سطحِ الأرضِ والطبقةِ السُّفلى من الغلافِ الجويِّ الذي يحصلُ عندما يمتصُّ بُخارُ الماءِ وثاني أكسيدِ الكربونِ وغازاتٌ أخرى الطاقةَ الحراريَّةَ وتُعيدُ بثَّها.

التوازنُ الإشعاعيُّ: طاقةٌ داخلةٌ وطاقةٌ خارجةٌ

لكي تبقى الأرضُ ملائمةً للعيشِ، يجبُ أن يكونَ مقدارُ الطاقةِ المكتسبةِ من الشمسِ مساويًا تقريبًا لمقدارِ الطاقةِ العائدةِ إلى الفضاءِ. والطاقةُ الشمسيَّةُ، التي تمتصُّها الأرضُ وغلافُها الجوّيُّ، يعادُ بثُّها آخرَ الأمرِ إلى الفضاءِ كطاقةٍ حراريَّةٍ. تتلقّى الأرضُ كلَّ يومٍ المزيدَ من طاقةِ الشمسِ. والتوازنُ بينَ الطاقةِ الداخلةِ والطاقةِ الخارجةِ يُعرفُ بالتوازنِ الإشعاعيِّ.

الاحتباسُ الحراريُّ والاحترارُ العالميُّ

يساورُ القلقُ كثيرًا منَ العلماءِ حيالَ المعطياتِ التي تُبيِّنُ أنَ معدَّلَ درجاتِ الحرارةِ العالميَّةِ قد ازدادَ في السنواتِ المئةِ الماضيةِ. مثلُ هذه الزيادةِ في معدَّلِ درجاتِ الحرارةِ العالميَّةِ يُسمّى **بالاحترارِ العالميِّ Global warming**. وقد طرحَ بعضُ العلماءِ فرضيةً تقولُ بأنّ ازديادَ غازاتِ الاحتباسِ الحراريِّ في الغلافِ الجويِّ قد يكونُ سببًا لهذا التوجُّهِ نحوَ الاحترارِ. غازاتُ الاحتباسِ الحراريِّ غازاتٌ تمتصُّ الطاقةَ الحراريَّةَ في الغلافِ الجوّيِّ.

وربَّما كانَ نشاطُ الإنسانِ، كاستخدامِ الوقودِ الأحفوريِّ وقطعِ الغاباتِ، هو المسؤولُ عن المستوياتِ المتزايدةِ من غازاتِ الاحتباسِ الحراريِّ، كثاني أكسيدِ الكربونِ، في الغلافِ الجويِّ. فإذا كانَتْ هذهِ الفرضيَّةُ صحيحةً، فإنَ المستوياتِ المتزايدةَ لغازاتِ الاحتباسِ الحراريِّ قد تسبِّبُ استمرارًا في ارتفاعِ معدَّلِ درجاتِ الحرارةِ العالميَّةِ. وإذا استمرَّ الاحترارُ العالميُّ قد يؤدِّي إلى اختلالِ أنماطِ المناخِ العالميَّةِ. كما أنَ النباتاتِ والحيواناتِ التي تأقلمَتْ للعيشِ في مُناخاتٍ معيَّنةٍ سوفَ تتأثَّرُ. ومع ذلك فإن نماذجَ المناخِ شديدةُ التعقيدِ. والعلماءُ في جدلٍ حولَ الاحترارِ العالميِّ، وما إذا كانَ هذا الاتِّجاهُ ناجمًا عن ازديادِ غازاتِ الاحتباسِ الحراريِّ.

الاحترارُ العالميُّ: الازديادُ التدريجيُّ لمتوسِّطِ درجاتِ الحرارةِ العالميَّةِ.

تحقَّقْ

ما غازُ الاحتباسِ الحراريِّ؟

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- تنتقلُ الطاقةُ من الشمسِ عبرَ الغلافِ الجوّيِّ، بواسطةِ الإشعاعِ، والتوصيلِ الحراريِّ، والحملِ.
- الإشعاعُ انتقالُ الطاقةِ كموجاتٍ كهرومغنطيسيَّةٍ. التوصيلُ الحراريُّ انتقالُ الطاقةِ بالتلامسِ المباشرِ. الحملُ نقلُ الطاقةِ بالدورانِ.
- إنَّ ظاهرةَ الاحتباسِ الحراريِّ هيَ عمليَّةُ التسخينِ الطبيعيَّةُ للأرضِ. كما أن تزايدَ مستوياتِ غازاتِ الاحتباسِ الحراريِّ قد يتسبَّبُ في الاحترارِ العالميِّ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّحِ المقصودَ بكلٍّ من المفاهيمِ التاليةِ: **التوصيلِ الحراريِّ، الإشعاعِ، الحملِ، ظاهرةِ الاحتباسِ الحراريِّ، الاحترارِ العالميِّ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ من الخياراتِ التاليةِ هوَ المثالُ الأفضلُ على التوصيلِ الحراريِّ؟
أ. مصباحُ إضاءةٍ يُسخِّنُ مظلَّتَهُ.
ب. بيضةٌ تقلى في مقلاةٍ.
ج. ماءٌ يغلي في إناءٍ.
د. غازاتٌ تنتشرُ في الغلافِ الجوّيِّ.

٣. اذكُرْ ثلاثَ طرقٍ لانتقالِ الطاقةِ في الغلافِ الجوّيِّ.

٤. ما الفرقُ بين ظاهرةِ الاحتباسِ الحراريِّ والاحترارِ العالميِّ؟

٥. ما التوازنُ الإشعاعيُّ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. احسبْ معدَّلَ درجاتِ الحرارةِ التاليةِ: 2.51 °C، 13.5 °C، 12.1°C، 18.6°C، 21.7°C، 23.8°C، 26.3°C.

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تحديدُ العلاقاتِ:** كيفَ تعتمدُ عمليَّةُ الحملِ على الإشعاعِ؟

٨. **تطبيقُ المفاهيمِ:** صفِ الاحترارَ العالميَّ من خلالِ التوازنِ الإشعاعيِّ.

القسم ٣

الرياحُ العالميَّةُ والرياحُ المحلّيَّةُ

إذا نزعْتَ صمّامَ إطارِ الدرّاجةِ الهوائيَّةِ، يندفعُ منهُ الهواءُ بسرعةٍ. لماذا؟ لأنَّ الهواءَ داخلَ الإطارِ يكونُ تحتَ ضغطٍ أعلى من الضغطِ الجوّيِّ خارجَهُ. وفي نهايةِ الأمرِ، يولِّدُ إطلاقُ الهواءِ من الإطارِ رياحًا.

مؤشّراتُ الأداءِ

- يوضّحُ العلاقةَ بينَ الضغطِ الجوّيِّ واتجاهِ الرياحِ.
- يصفُ أنماطَ الرياحِ العالميَّةِ.
- يوضّحُ أسبابَ أنماطِ الرياحِ المحليَّةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الرياحُ
تأثيرُ كوريوليس
الرياحُ الشرقيَّةُ القطبيَّةُ
الرياحُ الغربيَّةُ (أو العكسيَّةُ)
الرياحُ التجاريَّةُ
تيارُ الهواءِ النفّاثُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبلَ قراءةِ هذا القسمِ، دوِّنْ عنوانَ كلِّ مقطعٍ في هذا القسمِ. ثمَّ اكتبْ، تحتَ كلِّ عنوانٍ، ما تعتقدُ أنَّكَ تتعلَّمُهُ.

لماذا يتحرَّكُ الهواءُ

تُسمّى حركةُ الهواءِ الناتجةُ عن الفروقِ في الضغطِ الجوّيِّ **الرياح** **Wind**. وبقدرِ ما يكونُ فرقُ الضغطِ أكبرَ تكونُ حركةُ الرياحِ أسرعَ. الدمارُ المبيَّنُ في **الشكل ١** ناجمٌ عن فروقٍ كبيرةٍ في الضغطِ الجوّيِّ.

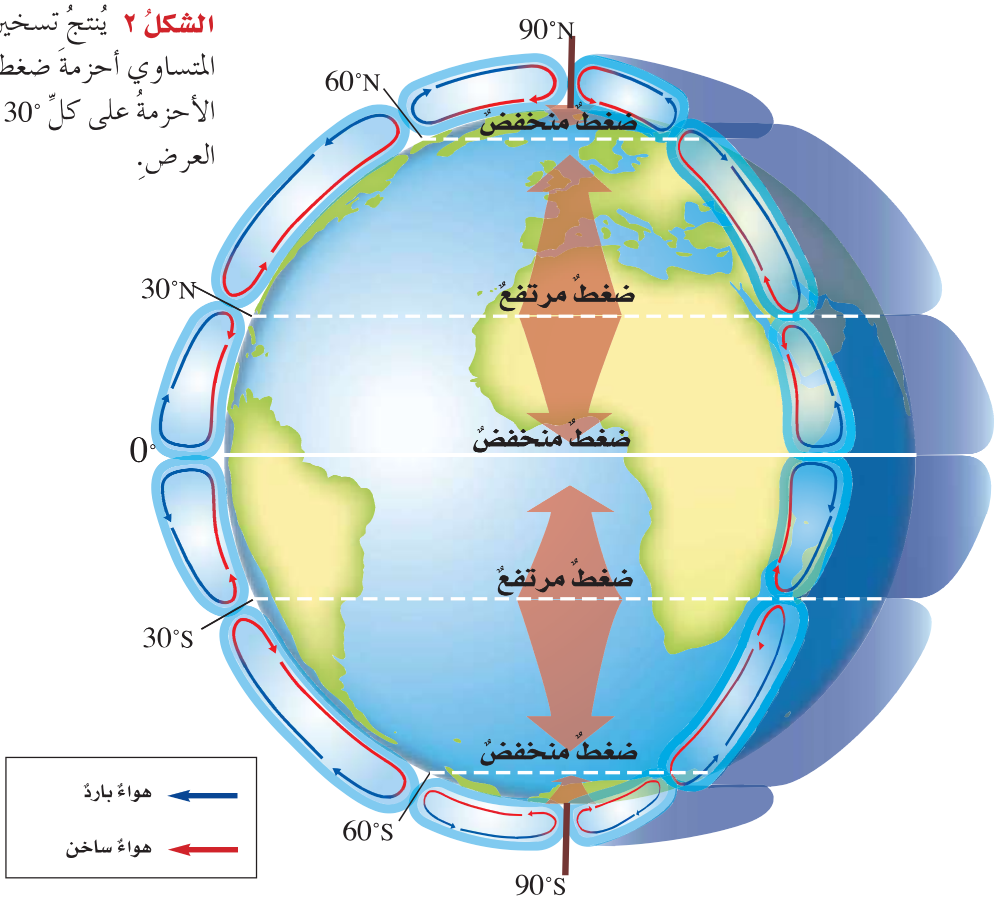
الرياحُ: حركةُ الهواءِ الناجمةُ عن الفروقِ في الضغطِ الجوّيِّ.

ارتفاعُ الهواءِ عندَ خطِّ الاستواءِ وهبوطُهُ عندَ القطبَيْنِ

تنتجُ الفروقُ في الضغطِ الجوّيِّ عامَّةً عن التسخينِ غيرِ المتساوي للأرضِ. تحصلُ المنطقةُ الاستوائيَّةُ على طاقةٍ شمسيَّةٍ مباشرةٍ أكثرَ مما تحصلُ عليهِ مناطقُ خطوطِ العرضِ الأخرى، فيكونُ الهواءُ في المنطقةِ الاستوائيَّةِ أكثرَ سخونةً وأقلَّ كثافةً من الهواءِ المحيطِ بها. يرتفعُ هذا الهواءُ الساخنُ الأقلُّ كثافةً، ويشكِّلُ منطقةً من الضغطِ الجوّيِّ المنخفض. يتدفَّقُ هذا الهواءُ الساخنُ والصاعدُ، باتِّجاهِ القطبَيْنِ. عندَ القطبَيْنِ، يكونُ الهواءُ أبردَ وأكثفَ من الهواءِ المحيطِ، لذلكَ يهبطُ. أثناءَ هبوطِ الهواءِ البارِدِ، يشكِّلُ مناطقَ من الضغطِ الجوّيِّ المرتفعِ عندَ القطبينِ. بعد ذلكَ، يتدفَّقُ هذا الهواءُ القطبيُّ باتِّجاهِ خطِّ الاستواءِ.



الشكلُ ١ الدمارُ الناجمُ عن إعصارِ أندرو عامَ ١٩٩٢. بلغَ معدَّلُ سرعةِ الرياحِ الناجمةِ عنِ الإعصارِ 264 km/h.



الشكلُ ٢ يُنتِجُ تسخينُ الأرضِ غيرُ المتساوي أحزمةَ ضغطٍ. وتتشكَّلُ هذهِ الأحزمةُ على كلِّ °30 تقريبًا من خطوطِ العرضِ.

أحزِمَةُ الضَّغْطِ

قَدْ يُخيَّلُ إليكَ أنّ الرياحَ تتحرَّكُ في نمطٍ دائريٍّ ضخمٍ واحدٍ من القطْبَيْنِ إلى خطِّ الاسْتواءِ. في الواقعِ، ينتقلُ الهواءُ في أنماطٍ دائريَّةٍ كبيرةٍ ومتعدِّدةٍ يفصلُ بينها أحزمةُ ضغطٍ، وهيَ شرائطُ ضغطٍ مرتفعٍ وضغطٍ منخفضٍ تقعُ على كلِّ °30 درجةً تقريبًا من خطوطِ العرضِ، كما يبيِّنُ **الشكلُ ٢**. وبينما يرتفعُ الهواءُ الساخنُ فوقَ خطِّ الاستواءِ ويتحرَّكُ باتِّجاهِ القطْبينَ، تبدأُ درجةُ حرارةِ الهواءِ بالانخفاضِ. وعندَ حوالي °30 شمالاً و°30 جنوبًا من خطوطِ العرضِ، يبدأُ بعضُ الهواءِ الباردِ بالهبوطِ. هذا الهواءُ الهابطُ والباردُ يُسبِّبُ أحزمةً من الضغطِ المرتفعِ بالقربِ من خطَّي العرضِ °30 درجةً شمالاً و°30 جنوبًا. يتدفَّقُ هذا الهواءُ الباردُ عائدًا إلى خطِّ الاستواءِ، حيثُ يسخنُ ويرتفعُ مجدَّدًا. وعندَ القُطْبيْنِ، يهبطُ الهواءُ الباردُ ويتحرَّكُ باتِّجاهِ خطِّ الاستواءِ. يسخنُ الهواءُ أثناءَ ابتعادهِ عنِ القطبينِ. بالقربِ من خطوطِ العرضِ °60 درجةً شمالاً و°60 درجةً جنوبًا، يرتفعُ الهواءُ الأكثرُ سخونةً فيشكِّلُ حزامًا منَ الضغطِ المنخفضِ. ثم يتدفَّقُ هذا الهواءُ عائدًا إلى القطبيْنِ.

تحقَّقْ

لماذا يسبِّبُ الهواءُ الهابطُ مناطقَ من الضغطِ المرتفعِ؟

تأثيرُ كوريوليس

سبقَ أن تعلَّمْتَ كيفَ تُسبِّبُ الفروقُ في الضغطِ الجوّيِّ تحرُّكَ الهواءِ بينَ خطِّ الاستواءِ والقطبَيْنِ. لكن إذا جرَّبْتَ أن تلفَّ مجسَّمَ الكرةِ الأرضيَّةِ، واسْتخدمْتَ قطعةَ طباشيرَ لترسمَ خطًّا مستقيمًا من خطِّ الاستواءِ إلى القطبِ الشّماليِّ، سوف تجدُ خطَّ الطباشيرَ ينحرفُ، لأنَّ الكرةَ تدورُ. والرياحُ، مثلُها مثلُ خطِّ الطباشيرِ، لا تنتقلُ مباشرةً إلى الشمالِ أو إلى الجنوبِ، لأنَّ الكرةَ الأرضيَّةَ تدورُ. والانحرافُ الظاهرُ لمسارِ الرياحِ وتيّاراتِ المحيطاتِ الناجمِ عن دورانِ الأرضِ يُسمّى **تأثيرَ كوريوليس** Coriolis effect. وبفعلِ تأثيرِ كوريوليس، فإنَّ الرياحَ في النصفِ الشماليِّ للكرةِ الأرضيَّةِ المتَّجهةِ شمالاً تنحرفُ إلى الشرقِ، والرياحُ المتَّجهةُ جنوبًا تنحرفُ إلى الغربِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكل ٣** .

الرِّياحُ العالميَّةُ

طريقةُ انتقالِ الهواءِ في أنماطٍ دائريَّةٍ مع تأثيرِ كوريوليس، ينتجُ أنماطًا لانتشارِ الهواءِ، تُسمّى **الرّياحَ العالميةَ**. يبيِّنُ **الشكلُ ٤** أنظمةَ الرِّياحِ العالميَّةِ الأساسيَّةَ.

الرِّياحُ الشرقيَّةُ القطبيَّةُ

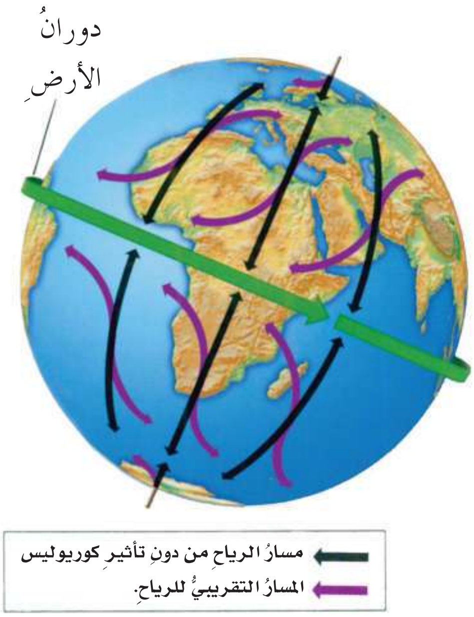
تُسمّى أحزمةُ الرياحِ الممتدَّةُ منَ القطبَيْنِ إلى خطِّ العرضِ 60° في نصفَي الكرةِ الأرضيَّةِ **بالرياحِ الشرقيَّةِ القطبيَّةِ** Polar easterlies. تتكوَّنُ الرياحُ الشرقيَّةُ القطبيَّةُ في أثناءِ تحرُّكِ الهواءِ الهابطِ والباردِ من القطبَيْنِ إلى خطَّي العرضِ 60° شمالاً و60° جنوبًا. وتسبِّبُ هذه الرياحُ طقسًا جليديًّا مثلجًا.

الرِّياحُ الغربيَّةُ أو العكسيَّةُ

توجدُ أحزمةُ الرياحِ بينَ خطَّي العرضِ 30° و60° في نصفَي الكرةِ الأرضيَّةِ وتُسمّى **بالرّياحِ الغربيَّةِ** Westerlies. تتدفَّقُ الرياحُ الغربيَّةُ باتجاهِ القطبَيْنِ من الغربِ إلى الشرقِ. وتحملُ هذهِ الرياحُ الغربيَّةُ الهواءَ الرطبَ إلى المناطقِ الشماليَّةِ من المغربِ العربيِّ والمناطقِ الواقعةِ شرقَ البحرِ المتوسِّطِ، وتسبِّبُ تساقطَ الأمطارِ والثلوجِ.

الرِّياحُ التجاريَّةُ

يُطلقُ على الرياحِ التي تهبُّ في نصفَي الكرةِ الأرضيَّةِ من خطَّي العرضِ 30° وصولاً إلى خطِّ الاستواءِ تقريبًا اسمُ **الرياحِ التجاريَّةِ** Trade winds. يتسبَّبُ تأثيرُ كوريوليس في انحرافِ الرياحِ التجاريَّةِ إلى الغربِ في النصفَيْنِ الشماليِّ والجنوبيِّ من الكرةِ الأرضيَّةِ.



الشكل ٣ تأثيرُ كوريوليس في النصفِ الشماليِّ للكرةِ الأرضيَّةِ يجعلُ الرياحَ المتَّجهةَ شمالاً تبدو وكأنَّها تنحرفُ نحوَ الشرقِ؛ ويجعلُ الرياحَ المتَّجهةَ جنوبًا تبدو وكأنَّها تنحرفُ نحوَ الغربِ.

تأثيرُ كوريوليس: الانحرافُ الظاهرُ لمسارِ جسمٍ متحرِّكٍ عن خطِّهِ المستقيمِ بسببِ دورانِ الأرضِ.

الرياحُ الشرقيَّةُ القطبيَّةُ: الرياحُ السائدةُ التي تهبُّ من الشرقِ إلى الغربِ بينَ خطَّي العرضِ 60° و 90° في نصفَي الكرةِ الأرضيَّةِ.

الرياحُ الغربيَّةُ (العكسيَّةُ): الرياحُ السائدةُ التي تهبُّ من الغربِ إلى الشرقِ بينَ خطَّي العرضِ 60° و 90° في نصفَي الكرةِ الأرضيَّةِ.

الرياحُ التّجاريَّةُ: الرياحُ السائدةُ التي تهبُّ من الشمالِ الشرقيِّ بينَ خطِّ العرضِ 30° شمالاً وخطِّ الاستواءِ، والتي تهبُّ من الجنوبِ الشرقيِّ بينَ خطِّ العرضِ 30° جنوبًا وخطِّ الاستواءِ.

تحقَّقْ

إذا كانَتِ الرياحُ التجاريَّةُ تنقلُ التُّجارَ من المغربِ إلى البرازيلِ فأيُّ نظامٍ من الرياحِ كانَ ينقلُ التُّجارَ من شمالِ إفريقيا إلى جنوبِ أوروبّا؟

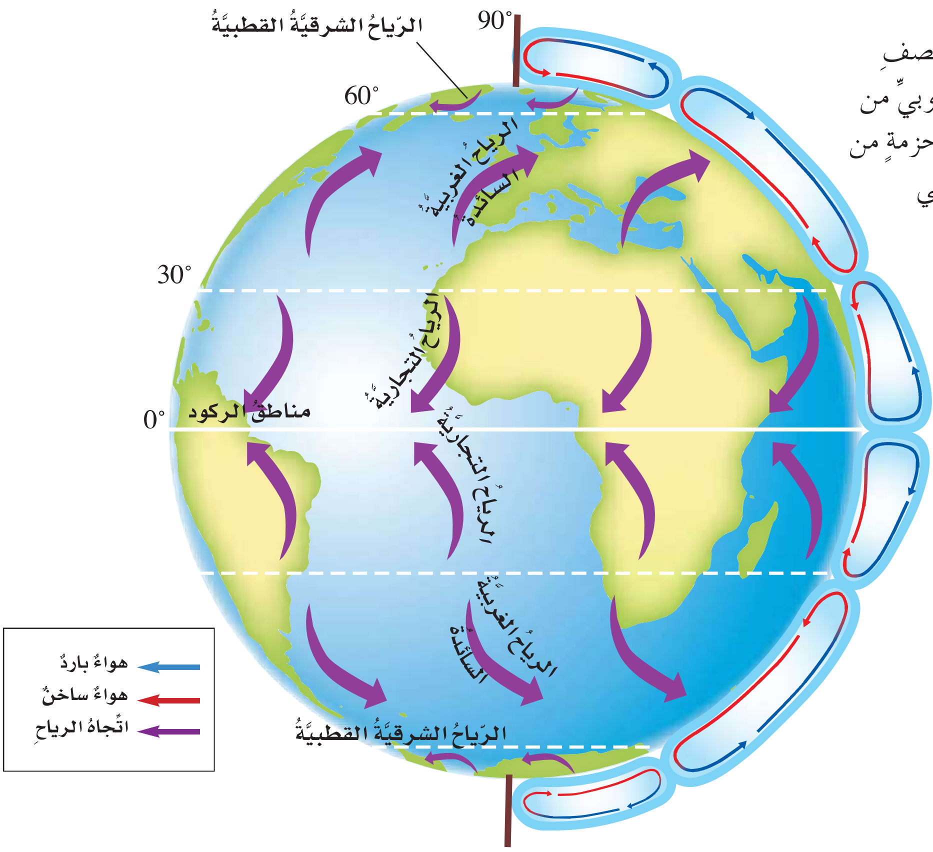
كانَ التّجارُ الأوائلُ يستغلّونَ الرياحَ التِّجاريةَ للإبحارِ. وبالنتيجةِ أصبحَتِ الرياحُ تُعرفُ باسمِ الرّياحِ التّجاريةِ. يقعُ الجزءُ الأكبرُ من العالمِ العربيِّ ضمنَ هذا الحزامِ.

نطاقُ الركودِ الاستوائيِّ

تتلاقى الرياحُ التِّجاريّةُ لنصفَيِ الكرةِ الأرضيَّةِ الشماليِّ والجنوبيِّ في منطقةٍ بالقربِ من خطِّ الاستواءِ، تُسمّى **نطاقَ الركودِ الاستوائيِّ**. وحركةُ الرياحِ في هذه المنطقةِ ضعيفةٌ جدًّا، لأن الهواءَ الساخنَ والمرتفعَ يشكِّلُ منطقةً من الضغطِ المنخفضِ.

أحزمةُ الضغطِ المرتفعِ

في مناطقَ خطوطِ العرضِ °30 شمالاً و°30 جنوبًا، يُشكِّلُ الهواءُ الهابطُ منطقةً من الضغطِ المرتفعِ. تتميَّزُ هذه المناطقُ برياحٍ ضعيفةٍ وبهواءٍ جافٍّ. لذلكَ تقعُ معظمُ صحاري العالمِ في هذه المناطقِ (بما فيها صحراءُ شبهِ الجزيرةِ العربيَّةِ والصحراءُ الكبرى في شمالِ إفريقيا).



الشكلُ ٤ لكلٍّ من النصفِ الشماليِّ والنصفِ الجنوبيِّ من الكرةِ الأرضيَّةِ ثلاثةُ أحزمةٍ من الرياحِ نتيجةَ الفروقِ في الضغطِ.

التّياراتُ الهوائيَّةُ النفّاثةُ: أحزمةُ نقلٍ جوّيَّة

باستطاعةِ الطيّارينَ أن يجعلوا زمن رحلةَ الطيرانِ من طرابلسِ الغربِ إلى أبو ظبي أقلَ بثلاثينَ دقيقةً من زمن رحلةِ الطيرانِ من أبو ظبي إلى طرابلسِ الغربِ. لماذا؟ لأن الطيارينَ يستغلونَ تيارًا هوائيًا نفّاثًا يشبهُ التيارَ المبيَّنَ في **الشكل ٥**. **التيّاراتُ الهوائيّةُ النفّاثةُ** Jet streams أحزمةٌ ضيّقةٌ من الرياحِ شديدةُ السرعة، تهبُّ في أعلى التروبوسفيرِ وأسفلِ الستراتوسفير. قد تصلُ سرعةُ هذهِ الرياحِ إلى 400 km/h. وعلى خلافِ الرياحِ العالميَّةِ الأخرى، لا تتبعُ التيّاراتُ الهوائيّةُ النّفاثةُ مساراتٍ منتظمةً حولَ الأرض. إنَ معرفةَ مسارِ التيّارِ الهوائيِّ النفّاثِ أمرٌ مهمٌّ، ليسَ للملاحينَ الجوّيينَ، فحسبُ، بل لعلماءِ الأرصادِ الجوّيَّةِ أيضًا. فالتياراتُ الهوائيَّةُ النفّاثةُ تؤثِّرُ في حركةِ العواصفِ. لذلكَ يستطيعُ علماءُ الأرصادِ تعقُّبَ عاصفةٍ متى عرفوا موقعَ التيّارِ الهوائيِّ النفاثِ.



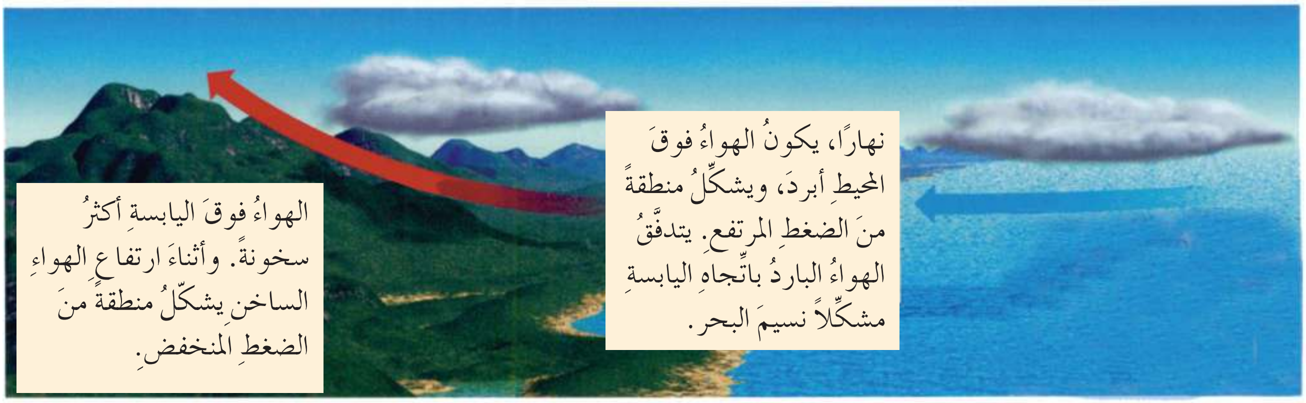
الشكلُ ٥ يكوِّنُ تيّارُ الهواءِ النفّاث هذا شريطًا منَ السحبِ، أثناءَ تدفُّقِه فوقَ الأرضِ.

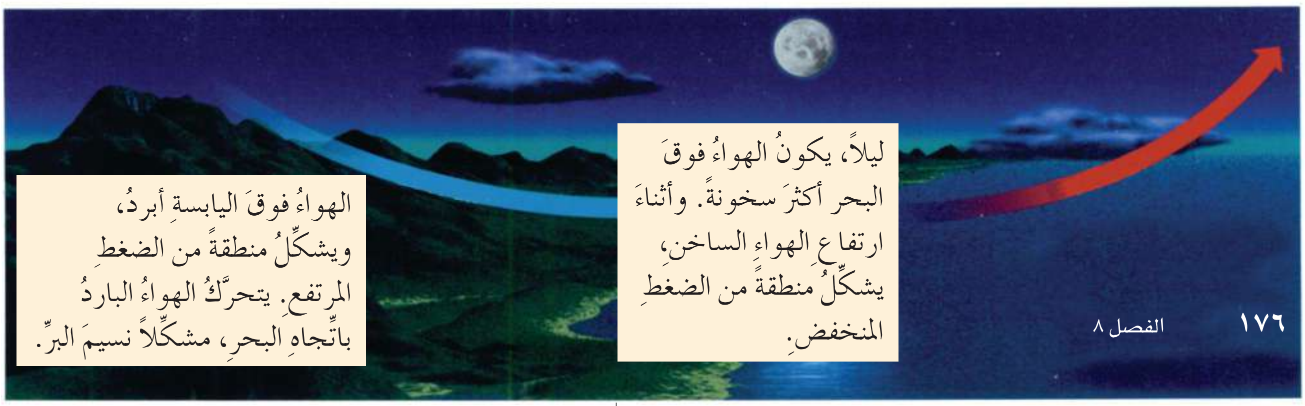
تيّارُ الهواءِ النفّاث: حزامٌ ضيّقٌ منَ الرياحِ القويَّةِ التي تهبُّ في أعلى التروبوسفيرِ.

الريّاحُ المحليَّةُ

تتحرَّكُ الرياحُ المحلّيَّةُ عادةً لمسافاتٍ قصيرة. ويمكُنها أنَ تهبَّ من أيِّ اتِّجاهٍ. وتستطيعُ التضاريسُ المحلّيَّةُ، كالجبالِ والشواطىءِ، أن تحدثَ فروقَ في درجاتِ الحرارةِ، تُسبِّبُ هبوبَ الرياحِ المحلّيَّةِ كنسيمِ البحرِ ونسيمِ البرّ مثلاً، كما هو مبيَّنٌ في **الشكل ٦**. أثناءَ النهارِ، تسخنُ اليابسةُ أسرعَ منَ الماءِ. لذلكَ يصبحُ الهواءُ فوقَ اليابسةِ أكثرَ سخونةً منَ الهواءِ فوقَ المحيطِ. فيرتفعُ الهواءُ الساخنُ الملامسُ لسطحِ الأرضِ، ويتدفَّقُ الهواءُ البارِدُ من فوقِ المحيطِ ليحلَّ محلَّهُ. ليلاً، تبردُ اليابسةُ أسرعَ من الماءِ. ولذلكَ تهبُّ الرياحُ باتِّجاهِ المحيطِ.

الشكلُ ٦ نسائمُ البحرِ والبرِّ





نسيمُ الجبلِ ونسيمُ الوادي

نسيمُ الجبالِ والأوديةِ أمثلةٌ أُخرى على الرياحِ المحلّيَّةِ التي تسبِّبُها جغرافيَّةُ المنطقةِ. فالمخيّمون في المناطقِ الجبليَّةِ يمكن أن يشعروا بالدفءِ في وقتِ العصرِ. سرعانَ ما يتحوَّلُ إلى ليلٍ باردٍ بعدَ غروبِ الشمسِ. أثناءَ النهارِ، تدفىءُ الشمسُ الهواءَ على امتدادِ السفوحِ الجبليَّةِ، فيرتفعُ فوقَها مشكِّلاً نسيمَ الوادي. مع حلولِ الليّلِ، يبردُ الهواءُ على امتدادِ السفوحِ الجبليَّةِ. يتحرَّكُ هذا الهواءُ الباردُ نزولاً على السفوحِ إلى الوادي، مشكِّلاً نسيمَ الجبلِ.

رابطُ دراساتٍ اجتماعيَّة

نسيمٌ محلّيٌّ

قمْ ببحثٍ عن الرياحِ المحلّيَّةِ في بلدِكَ، أو في المنطقةِ التي تسكنُ فيها، وصمِّمْ لوحةَ ملصقٍ تبيِّنُ كيفَ تتكوَّنُ هذه الرياحُ.

تحقّق

لماذا تميلُ الرياحُ إلى الهبوبِ نزولاً من الجبالِ ليلاً؟

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- تهبُّ الرّياحُ من مناطقِ الضغطِ المرتفعِ إلى مناطقِ الضغطِ المنخفضِ.
- توجدُ أحزمةُ الضغطِ على كلِّ 30° تقريبًا من خطوطِ العرضِ.
- تأثيرُ كوريوليسَ يجعلُ الرياحَ تبدو وكأنّها تنحرفُ عن مسارِها أثناءَ تحرُّكِها فوقَ سطحِ الأرضِ.
- تشملُ الرّياحُ العالميَّةُ الرّياحَ الشرقيَّةَ القطبيَّةَ، والرّياحَ الغربيَّةَ، والرّياحَ التجاريَّةَ.
- تشملُ الرّياحُ المحليَّةُ نسيمَ البحرِ ونسيمَ البرِّ ونسيمَ الجبالِ ونسيمَ الأوديةِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. وضِّحِ المقصودَ بكلٍّ من المفاهيمِ التاليةِ: **الرِّياح، تأثير كوريوليس، التيار الهوائيّ النفّاث، الرياح الشرقيّة القطبيّة، الرياح الغربيّة، الرياح التّجاريّة.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٢. لماذا يرتفعُ الهواءُ الساخنُ ويهبطُ الهواءُ الباردُ؟
   أ. لأنّ الهواءَ الساخنَ أقلُّ كثافةً من الهواءِ الباردِ.
   ب. لأنّ الهواءَ الساخنَ أكثفُ من الهواءِ الباردِ.
   ج. لأنّ للهواءِ الباردِ ضغطًا جوّيًّا منخفضًا.
   د. لأنّ للهواءِ الساخنِ ضغطًا أقلَّ من الهواءِ الباردِ.

٣. ما أحزمةُ الضغطِ؟

٤. ما الذي يسبِّبُ الرياحَ؟

٥. كيفَ يؤثِّرُ تأثيرُ كوريوليسَ على حركةِ الرياحِ؟

٦. فيمَ يتشابهُ نسيمُ البحرِ ونسيمُ البرِّ مع نسيمِ الجبلِ ونسيمِ الوادي؟

٧. هلْ سيكونُ هناكَ رياحٌ لو كانتْ درجاتُ حرارةِ سطحِ الأرضِ هي نفسُها في كلِّ مكانٍ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

مهاراتٌ رياضيّات

٨. قائدُ طائرةٍ يقودُها بسرعةِ 500km/h، ليصلَ إلى المطارِ المحدَّدِ في خمسِ ساعاتٍ. ولكنَّه يكتشفُ تيارًا هوائيًّا نفّاثًا يتحرَّكُ بسرعةِ 250km/h في اتِّجاهِ رحلتِهِ نفسِها. فإذا حصلَتِ الطائرةُ على دفعِ التيّارِ لمدةِ ساعتَيْنِ، كم تستغرقُ الرحلةُ؟

تفكيرٌ ناقد

٩. **استدلالٌ**: لماذا تتدفّقُ الرياحُ الغربيّةُ (العكسيَّةُ) في النصفِ الشماليّ من الكرةِ الأرضيَّةِ من الغربِ، في حينِ أنّ الرياحَ التّجاريةَ تتدفّقُ من الشرقِ؟

١٠. **تطبيقُ المفاهيمِ**: أنتَ في منطقةٍ قريبةٍ من البحرِ، لكنَّكَ لا تراهُ وتريدُ الذهابَ إليه. كيفَ تساعدُكَ الرياحُ المحلّيَّةُ لتستدلَّ على البحرِ؟

القسمُ ٤

تلوُّثُ الهواءِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يُقارنُ بين مُلوِّثاتِ الهواءِ الرئيسةِ وَالثانويَّةِ.
- يُحدِّدُ المصادرَ الأساسيَّةَ لتلوُّثِ الهواءِ.
- يوضِّحُ تأثيراتِ ثقبِ الأوزونِ.
- يحدِّدُ خمسةَ تأثيراتٍ لتلوُّثِ الهواءِ على جسمِ الإنسانِ.
- يحدِّدُ الطرقَ الممكنَ اتِّباعُها للتقليلِ من تلوُّثِ الهواءِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

تلوُّثُ الهواءِ

المطرُ الحمضيُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: في أثناءِ قراءةِ هذا القسمِ، ضعْ جدولاً تحدِّدُ فيه المصادرَ الأساسيَّةَ لتلوُّثِ الهواءِ، وتقترحُ طرقًا لتقليلِ التلوُّثِ من كلِّ مصدرٍ.

في ديسمبر ١٩٥٢، جثمَ فوقَ لندن نوعٌ منَ الضبابِ الدخانيِّ المخيف. لم يكن ذاكَ الضبابُ عاديًّا. كانَ كثيفًا بدخانِ الفحمِ المحترقِ والهواءِ الملوَّث. أتلفَ رئاتِ الناس، وجعلَ السماءَ حالكةً إلى درجةِ أنَّ المرءَ لم يستطعْ رؤيةَ يدَيْه إذا رفَعَهُما إلى مستوى وجهه. عندَما انحسرَ الضبابُ الدخانيُّ بعدَ أربعةِ أيّامٍ، كانَ آلافُ الأشخاصِ قد لقوا حتفهم.

شكَّلَ ضبابُ لندنَ الدخانيُّ القاتلُ صدمةً للعالم، وقادَ إلى تغييراتٍ رئيسةٍ في قوانينِ إنكلترا الخاصَّةِ بتلوُّثِ الهواءِ. بدأ الناسُ يفكِّرون في أن تلوُّثَ الهواءِ لم يكنْ مجرَّدَ جزءٍ من حياةِ المدينةِ عليهم تحمُّلُه. فتلوُّثُ الهواءِ يجبُ أن يخفَّضَ. وعلى الرغمِ من أن هذا الحدثَ كانَ مثالاً خاصًّا، فإن تلوُّثَ الهواءِ شائعٌ في أنحاءٍ كثيرةٍ من العالم. وهناكَ بلدانٌ تتَّخذُ خطواتٍ رئيسةً لتخفيضِ تلوُّثِ الهواءِ. لكنْ ما تلوُّثُ الهواءُ؟ **تلوُّثُ الهواءِ Air pollution** هو تلويثُ الغلافِ الجوّيِّ عبرَ إدخالِ الملوِّثاتِ من مصادرَ ناتجةٍ عن نشاطِ الإنسانِ والطبيعةِ. تُصنَّفُ ملوِّثاتُ الهواءِ بحسبِ مصادرِها: ملوثاتٍ رئيسةٍ، ملوّثاتٍ ثانويّةٍ.

تلوُّثُ الهواءِ: تلويثُ الغلافِ الجوّيِّ عبرَ إدخالِ الملوّثاتِ الصادرةِ عن نشاطِ الإنسانِ والطبيعةِ.

الملوِّثاتُ الرئيسةُ

الملوِّثاتُ التي تدخُلُ الهواءَ مُباشرةً نتيجةً لنشاطِ الإنسانِ أو الطبيعةِ هي **ملوِّثاتٌ رئيسةٌ**. تشملُ الملوِّثاتُ الرئيسةُ من مصادرَ طبيعيَّةٍ الغبارَ وأملاحَ البحرِ والغازاتِ والرمادَ البركانيَّ والدخانَ الناتجَ عن حرائقِ الغاباتِ، وغبارَ الطلعِ. وتشملُ الملوِّثاتُ الرئيسةُ من مصادرَ ناتجةٍ عن نشاطِ الإنسانِ أوّلَ أكسيدِ الكربونِ، والغبارَ، والدخانَ، والموادَّ الكيميائيّةَ من طلاءٍ وموادَّ أُخرى. وفي المدنِ تشكِّلُ عوادمُ السيّاراتِ مصدرًا شائعًا للملوِّثاتِ الرئيسةِ. يبيِّنُ **الشكل ١** أمثلةً على الملوثاتِ الرئيسةِ.

تحقَّقْ

عدِّدْ ثلاثةَ ملوِّثاتٍ رئيسةٍ من مصادرَ طبيعيَّةٍ.

الشكلُ ١ أمثلة على الملوّثات الرئيسة



انبعاثاتٌ صناعيَّةٌ — عوادمُ سيّاراتٍ — رمادٌ بركانيّ

الملوِّثاتُ الثانويَّةُ

الملوِّثاتُ الثانويَّةُ ملوِّثاتٌ تتشكَّلُ عندَما تتفاعلُ الملوِّثاتُ الرئيسةُ مع ملوِّثاتٍ رئيسةٍ أخرى، أو موادَّ طبيعيَّةٍ مثل بخارِ الماءِ. الأوزونُ والضبابُ الدُّخانيُّ، من الأمثلةِ على الملوِّثاتِ الثانويَّةِ. فالأوزونُ ينتجُ من تفاعلِ أشعَّةِ الشمسِ مع عوادِمِ السيّاراتِ والهواءِ. قد تكونُ سمعْتَ بتحذيراتِ «يوم التوعيةِ على مخاطرِ الأوزونِ». فعندَما تُطلَقُ مثل هذه التحذيراتُ يمتنعُ بعضُ الناسِ عنِ التريُّضِ في الهواءِ الطلقِ، لأنَّ الأوزونَ يمكنُ أنْ يؤذيَ رئاتِهم. ففي الستراتوسفير، يكوِّنُ الأوزونُ طبقةً واقيةً تمتصُّ الإشْعاعاتِ الضارَّةَ من الشمسِ. لكنَّ الأوزونَ القريبَ من سطحِ الأرضِ ملوِّثٌ خطرٌ يؤثِّرُ سلبًا على صحَّةِ الكائناتِ الحيَّةِ.

تكوُّنُ الضّبابِ الدُّخانيِّ

يتكوَّنُ الضبابُ الدُّخانيُّ عندَما يتفاعلُ الأوزونُ وعوادمُ المركباتِ مع أشعَّةِ الشمسِ، كما يبيّنُ **الشكلُ ٢**. ويمكنُ للجغرافيا المحلِّيَّةِ وأنماطِ الطقسِ أن تساهما أيضًا في تكوُّنِ الضّبابِ الدُّخانيِّ. فالمدينةُ المبيَّنةُ في **الشكل ٣**، مثلاً محاطةٌ كُلِّيًّا تقريبًا بالجبالِ التي تحبسُ الملوِّثاتِ، وتساهمُ في تكوُّنِ الضبابِ الدُّخانيِّ.



الشكلُ ٢ يتكوَّنُ الضبابُ الدُّخانيُّ عندَما تتفاعلُ أشعَّةُ الشمسِ مع الأوزونِ وعوادمِ السيّاراتِ.

الشكلُ ٣ يمكنُ لمستوياتِ الضبابِ الدُّخانيِّ أن تتفاوتَ تفاوتًا كبيرًا. فخلالَ الصيفِ، يمكنُ لطبقةٍ من الهواءِ الساخنِ أن تحبسَ الضبابَ الدُّخانيَّ على مُستوى قريبٍ من سطحِ الأرضِ. لكنَّ عاصفةً واحدةً، في الشتاءِ، يمكنُها تنقيةُ الهواءِ بسرعةٍ.





تلوُّثُ الهواءِ الناتجُ عنِ الإنسانِ

تلوُّثُ الهواءِ الناتجُ عنِ الإنسانِ تتنوَّعُ مصادرُه، أهمُّها اليومَ وسائطُ النقلِ. تساهِمُ السّياراتُ في حوالي ١٠٪ إلى ٢٠٪ من تلوُّثِ الهواءِ الناتجِ عنِ الإنسانِ. تحتوي عوادِمُ السّيّاراتِ على أكاسيدِ النيتروجين، التي تكوِّنُ الضّبابَ الدّخانيَّ والمطرَ الحمضيَّ. لكنَّ ضوابطَ التلوُّثِ واستخدامَ الجازولينِ الأكثرِ نقاوةً خفَّضا تلوُّثَ الهواءِ منَ السيّاراتِ إلى حدٍّ بعيدٍ.

تلوُّثُ الهواءِ الناتجِ عنِ المصانعِ

كثيرٌ منَ المعاملِ الصناعيَّةِ ومعاملِ توليدِ الطاقةِ الكهربائيَّةِ تحرقُ الوقودَ الأحفوريَّ، كالفحمِ الحجريِّ، لإنتاجِ الطاقةِ. وحرقُ بعضِ أنواعِ الفحمِ الحجريِّ من دونِ أن تُطبَّقَ ضوابطُ التلوُّثِ يُطلقُ كمّيّاتٍ كبيرةً من ملوِّثاتِ الهواءِ. كما أن بعضَ الصناعاتِ تنتجُ موادَّ كيميائيَّةً تلوِّثُ الهواءَ. فمصافي النفطِ، والمصانعُ الكيميائيَّةُ، ومؤسساتُ التنظيفِ على الجافِّ، ومشاغلُ صقلِ الأثاثِ وصُنعِ هياكلَ السّيّاراتِ، كلُّها مصادرُ محتملةٌ لتلوُّثِ الهواءِ.

تلوُّثُ الهواءِ الدّاخليِّ

أحيانًا، يكونُ الهواءُ داخلَ مبنى ملوَّثًا أكثرَ من الهواءِ في الخارجِ. يُبيِّنُ **الشكلُ ٤** بعضَ مصادرِ تلوُّثِ الهواءِ الداخليِّ، لكنَّ التهوئةَ، أو مزجَ الهواءِ الدّاخليِّ بالهواءِ الخارجيِّ، تخفِّضُ تلوُّثَ الهواءِ داخلَ المباني. هناكَ طريقةٌ أخرى لتخفيضِ تلوُّثِ الهواءِ الدّاخليِّ، هيَ الحدُّ من استخْدامِ المذيباتِ والمنظّفاتِ الكيميائيَّةِ.

رابطُ علمِ الأحياء

تنظيفُ الهواءِ بالنباتاتِ

هلْ تعلمُ أنَّ النباتاتِ المنزليَّةَ الشائعةَ تساعِدُ على التقليلِ من تلوُّثِ الهواءِ داخلَ البيتِ؟ بعضُ النباتاتِ المنزليَّةِ فعّالةٌ في إزالةِ ملوِّثاتِ الهواءِ. يُمكنُكَ استخدامُ النباتاتِ لتنقيةِ الهواءِ في مدرستِكَ أو بيتِكَ. قمْ ببحثٍ عن أفضلِ عشرةِ أنواعٍ من النباتاتِ المنزليَّةِ المنقِّيةِ للهواءِ. وحاولْ أن تعرفَ إن كانَ بإمكانِكَ زرعُ أيٍّ منها في صفِّكَ أو في بيتِكَ.

الشكلُ ٤ هناكَ مصادرُ كثيرةٌ لتلوُّثِ الهواءِ الداخليِّ. لكنَّ من الصعبِ اكتشافَ تلوُّثِ الهواءِ الداخليِّ لأنهُ غيرُ مرئيٍّ في معظمِ الأحيانِ.



المطرُ الحمضيُّ

إذا احتوى المطرُ أوالبَردُ أوالثلجُ، على الأحماضِ من تلوُّثِ الهواءِ يُسمّى **المطرَ الحمضيَّ** Acid precipitation. عندَما يُحرقُ الوقودُ الأحفوريُّ، يطلقُ في الغلافِ الجوّيِّ ثاني أكسيدِ الكبريتِ وأكاسيدَ النيتروجين. عندَما تتَّحدُ هذهِ الملوِّثاتُ مع الماءِ في الغلافِ الجوّيِّ تكوِّنُ أحماضًا. ولأن التساقطَ حمضيٌّ بطبيعتِه، فإنَّ هذه الأحماضَ تجعلُه حمضيًّا إلى درجةِ أنّهُ يؤثّرُ سلبًا على البيئةِ. في معظمِ مناطقِ العالمِ ساعدَتْ ضوابطُ التلوُّثِ على التقليلِ منَ المطرِ الحمضيِّ.

المطرُ الحمضيُّ والنباتات

علـى مـدى فتراتٍ طـويـلـةٍ من الزمنِ تـأقـلـمَـتْ مجموعـاتٌ من النبـاتِ مع الحموضةِ الطبيعيَّةِ للتُّربةِ التي تنمو فيها. يمكنُ للمطرِ الحمضيِّ أن يسبِّبَ زيادةً في حموضةِ التربةِ. فيُغيِّرُ التَّوازنَ في كيمياءِ التربةِ بطرقٍ متعدِّدةٍ. عندَما تزدادُ حموضةُ التربةِ، تذوبُ بعضُ العناصرِ الغذائيَّةِ التي تحتاجُ إليها النباتاتُ إلى النموِّ، فتجرفُها مياهُ الأمطارِ. ويمكنُ للحموضةِ الزائدةِ أيضًا أن تتسبَّبَ في تحريرِ أيوناتِ الألومنيوم وأيوناتِ معادنَ سامَّةٍ أُخرى. بعضُ أيوناتِ هذهِ المعادنِ السّامّةِ تمتصُّها جذورُ النباتاتِ. وقد دمَّرَ المطرُ الحمضيُّ مناطقَ واسعةً من الغاباتِ في بعضِ مناطقِ العالمِ. وتُلاحظُ تأثيراتُ المطرِ الحمضيِّ أكثرَ ما تلاحظُ في أوروبّا الشرقيّةِ.

المطرُ الحمضيُّ والنظمُ البيئيَّةُ المائيَّة

تأقلمَتِ الكائناتُ الحيَّةُ المائيَّةُ على العيشِ في مياهٍ تتراوحُ حموضتُها ضمنَ مدًى مُعيّنٍ. فإذا رفعَ المطرُ الحمضيُّ نسبةَ حمضيَّةِ المياهِ في بحيرةٍ أو نهرٍ، قدْ تموتُ النباتاتُ المائيَّةُ، والأسماكُ، وكائناتٌ حيَّةٌ مائيَّةٌ أخرى. إن تأثيراتِ المطرِ الحمضيِّ على البحيراتِ والأنهارِ أسوأُ ما تكونُ في الربيعِ، عندَما ينصهرُ الثلجُ الحمضيُّ المتراكمُ في الشتاءِ، فيتدفَّقُ الماءُ الحمضيُّ في البحيراتِ والأنهارِ. يُسمّى التغييرُ السريعُ لحمضيَّةِ مسطَّحٍ مائيٍّ بالصدمةِ الحمضيَّةِ. يمكنُ للصدمةِ الحمضيَّةِ أن تتسبَّبَ في موتِ أعدادٍ كبيرةٍ من الأسماكِ، وأن تؤثِّرَ في البيوضِ الهشَّةِ للأسماكِ والبرمائيّاتِ. ولكي تخفِّضَ تأثيراتُ المطرِ الحمضيِّ على النُّظمِ البيئيَّةِ المائيَّةِ، تعمدُ بعضُ المجتمعاتِ إلى رشِّ مسحوقٍ قاعديٍّ على المياهِ لخفضِ حَمضيَّتِها.

المطرُ الحمضيّ: مطرٌ أو برَدٌ أو ثلجٌ يحتوي على تركيزٍ مرتفعٍ من الأحماضِ.

تحقّقْ

كيفَ يؤثّرُ المطرُ الحمضيُّ في النباتاتِ؟

مختبرٌ سريع

اختبارٌ للدقائق

١. الدقائقُ ملوِّثاتٌ كالغبارِ، وهي صغيرةٌ جدًّا. في هذا المختبرِ، ستقيسُ كمّيّةَ الدقائقِ في الهواءِ. ابدأْ بتغطيةِ عشرِ **بطاقاتٍ** قياس 17.5 cm × 12.5 cm، بغطاءٍ رقيقٍ من **الهلامِ البترولي**.

٢. علّقِ البطاقاتِ في أماكنَ مختلفةٍ داخلَ مدرستِك وخارجَها.

٣. بعدَ يومٍ واحدٍ، استخدمْ **عدسةً مكبِّرةً** لتُحصيَ الدقائقَ الملتصقةَ بالبطاقاتِ. أيُّ موقعٍ فيهِ العددُ الأقلُّ من الجزيئاتِ؟ في أيِّ موقعٍ وجدْتَ العددَ الأكبرَ من الدقائقِ. علِّلْ إجابتَكَ.

ثقْبُ الأوزون

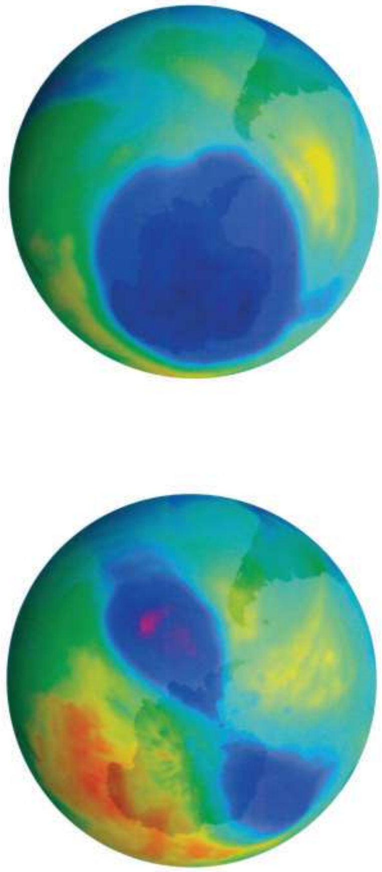
في العامِ ١٩٨٥، أبلغَ العلماءُ عن اكتشافٍ خطيرٍ بشأنِ طبقةِ الأوزونِ الواقيةِ للأرض. فقد كانَتْ طبقةُ الأوزون تتآكلُ فوقَ مناطقِ الدائرةِ القطبيَّةِ الجنوبيَّةِ، خصوصًا في الربيع. كما لوحظَ هذا التغييرُ فوقَ مناطقِ القطبِ الشماليِّ. فالموادُّ الكيميائيَّةُ المسمّاةُ CFCs (مُركَّباتِ الكلوروفلوروكربون) كانَتْ تُسبِّبُ انحلالَ الأوزونِ إلى الأكسجين، الذي لا يحجبُ أشعَّةَ الشمسِ فوقَ البنفسجيَّةِ الضارَّةِ (UV). إن تآكلَ طبقةِ الأوزونِ يُحدثُ ثقبَ الأوزونِ المبيَّنَ في **الشكل ٦**. هذا الثقبُ في طبقةِ الأوزونِ يسمحُ بوصولِ المزيدِ من الأشعةِ فوقَ البنفسجيَّةِ إلى سطحِ الأرض. وهي خطيرةٌ على الكائناتِ الحيَّةِ، لأنها تدمِّرُ الجينات، وقدْ تتسبَّبُ في سرطانِ الجلدِ.

التعاونُ لتقليصِ ثقبِ الأوزونِ

في العامِ ١٩٨٧، عقدَتْ مجموعةٌ من الدولِ اجتماعًا في كندا، واتَّفقَتْ على اتِّخاذِ إجراءاتٍ لمنعِ تآكلِ طبقةِ الأوزون. وعُقدَتِ الاتِّفاقيَّاتُ لخفضِ استخدامِ مركَّباتِ الكلوروفلوروكربون وحظرِها في نهايةِ المطاف. وتمَّ سريعًا تطويرُ بدائلَ لها. وفي ضوءِ موافقةِ دولٍ كثيرةٍ على التحرُّكِ السريعِ لضبطِ استخدامِ هذه المركَّبات، والعثورِ السريعِ على الحلِّ التكنولوجيِّ للمسألةِ، اعتبرَ كثيرونَ حمايةَ طبقةِ الأوزونِ مسألةَ نجاحٍ بيئيٍّ. مع ذلك، فإنَّ المعركةَ لحمايةِ طبقةِ الأوزونِ لم تنتهِ بعدُ. فجزيئاتُ مركَّباتِ الكلوروفلوروكربون يمكنُها أن تبقى نشطةً في الستراتوسفير لمدَّةِ ٦٠ إلى ١٢٠ سنةً. هذا يعني أن ما أُطلقَ منها منذُ ٣٠ سنةً لا يزالُ يدمِّرُ طبقةَ الأوزونِ اليومَ. لذلكَ سيستغرقُ استردادُ طبقةِ الأوزونِ لوضعِها السويِّ كليًّا سنواتٍ كثيرةً.

تلوُّثُ الهواءِ وصحَّةُ الإنسانِ

إن التعرُّضَ اليوميَّ لكمّيّاتٍ قليلةٍ مِن الهواءِ الملوَّثِ قد يُسبِّبُ مشكلاتٍ صحّيَّةً خطيرةً. فالأطفالُ، والمسّنونَ والمصابونَ بالربو، وبالحساسيَّةِ، وبمشكلاتٍ في الرئةِ وفي القلبِ، معرَّضونَ بصفةٍ خاصَّةٍ لتأثيراتِ الهواءِ الملوَّثِ. يبيِّنُ **الجدولُ ١** تأثيراتٍ لتلوُّثِ الهواءِ على جسمِ الإنسانِ. إنَّ التأثيراتِ القصيرةَ الأمدِ لتلوُّثِ الهواءِ تُلاحظُ فورًا. السُّعالُ، وعوارضُ الصُّداعِ وازديادُ المشكلاتِ المتعلِّقةِ بالرَّبوِ، هي من التأثيراتِ القصيرةِ الأمدِ. أما التأثيراتُ البعيدةُ الأمدِ لتلوُّثِ الهواءِ، كسرطانِ الرئةِ، فهي أكثرُ خطورةً، لأنها لا تُلاحظُ إلا بعدَ سنواتٍ من تعرضِ الفردِ للملوِّثاتِ.



الشكل ٦ تَسبِّبُ ظروفُ الطقسِ القطبيِّ تغييرَ حجمِ ثقبِ الأوزونِ (المبيَّنِ بالأزرق). في صورةِ عام ٢٠٠١، كان ثقبُ الأوزونِ كبيرًا في أمريكا الشمالية. بعدَ سنةٍ، أصبحَ أصغرَ بـ ٤٠٪.

الجدولُ ١ تأثيراتُ تلوُّثِ الهواءِ في صحَّةِ الإنسانِ

تأثيراتٌ قصيرةُ الأمدِ	صداعٌ، غثيانٌ، تهيُّجُ العيونِ والأنفِ والحنجرةِ، سُعالٌ، التهابُ أجهزةِ التنفُّسِ العلويَّةِ، تفاقُمُ الربوِ وانتفاخُ الرئةِ
تأثيراتٌ بعيدةُ الأمدِ	انتفاخُ الرئةِ، سرطانُ الرئةِ، عطلٌ دائمٌ في الرئةِ، مرضُ القلبِ

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- الملوّثاتُ الرئيسةُ موادُّ ملوِّثةٌ ناشئةٌ عن نشاطِ الإنسانِ والطبيعةِ، تُقذفُ في الهواءِ مباشرةً.
- الملوّثاتُ الثانويَّةُ موادُّ ملوِّثةٌ تتشكَّلُ عندما تتفاعلُ الملوّثاتُ الرئيسةُ مع ملوِّثاتٍ رئيسةٍ أخرى، أو موادَّ تنشأُ في الطبيعةِ.
- وسائطُ النقلِ، والصناعةُ والمصادرُ الطبيعيَّةُ، هي المصادرُ الأساسيَّةُ لتلوُّثِ الهواءِ.



مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

كلٌّ من الجملتَيْنِ التاليتَيْنِ خطأٌ. استبدلْ بالمفهومِ الذي تحتَهُ خطٌّ مفهومًا آخرَ، لتصبحَ الجملةُ صحيحةً.

١. تلوُّثُ الهواءِ تغيُّرٌ مفاجئٌ في حمضيَّةِ نهرٍ أو بُحَيْرةٍ.

٢. الضبابُ الدّخانيُّ مطرٌ، أو بردٌ أو ثلجٌ، ذو تركيزٍ حمضيٍّ مرتفعٍ.

استيعابُ الأفكارِ الأساسية

٣. أيٌّ من العملياتِ التاليةِ تؤدّي إلى تكوُّنِ الضبابِ الدّخاني؟

أ. تتفاعلُ الأحماضُ في الهواءِ مع الأوزون.

ب. يتفاعلُ الأوزونُ مع عوادمِ السيّاراتِ.

ج. تتفاعلُ عوادمُ السيّاراتِ مع ضوءِ الشمسِ والأوزون.

د. يتفاعلُ بخارُ الماءِ مع ضوءِ الشمسِ والأوزون.

٤. ما الفرقُ بينَ المُلوِّثاتِ الرئيسةِ والملوِّثاتِ الثانويَّةِ؟

٥. اذكرْ خمسةَ مصادرَ لتلوُّثِ الهواءِ في داخلِ المباني. هل يقفُ نشاطُ الإنسانِ وراءَ كلِّ تلوُّثٍ للهواءِ؟ علِّلْ إجابتَك.

٦. ما ثقبُ الأوزونِ؟ ولماذا يحدثُ؟

٧. اذكرْ خمسةَ تأثيراتٍ لتلوُّثِ الهواءِ في صحَّةِ الإنسانِ.

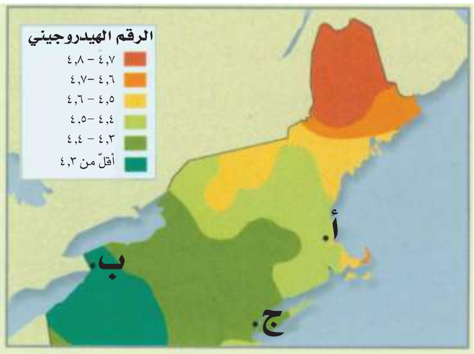
تفكيرٌ ناقد

٨. **تعبيرٌ عن الرأي**: كيف ينبغي للدولِ، في رأيك، أن تحلَّ مشكلاتِ تلوُّثِ الهواءِ العابرِ للحدودِ.

٩. **استدلالٌ**: ليسَ سهلاً أن تثبتَ وجودَ علاقةٍ مباشرةٍ بينَ تلوُّثِ الهواءِ والمشكلاتِ الصحيَّةِ. لماذا؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

تبيِّنُ الخريطةُ أدناه الرقمَ الهيدروجينيَّ الذي قيسَ في محطّاتٍ ميدانيَّةٍ في إحدى مناطقِ العالمِ. الأرقامُ الصغيرةُ لمقياسِ الرقمِ الهيدروجينيِّ تشيرُ إلى محاليلَ أكثرَ حمضيَّةً من المحاليلِ ذاتِ الأرقامِ الكبيرةِ. استخدمِ الخريطةَ للإجابةِ عن الأسئلةِ التاليةِ.



١٠. أيُّ المناطقِ يكونُ الهطولُ فيها أكثرَ حمضيَّةً؟ ضعْ فرضيَّةً حولَ السببِ.

١١. علِّلْ: المدينةُ **أ** أكبرُ من المدينةِ **ب**. لكنَّ الهطولَ الذي قيسَ في المدينةِ **ب** أكثرُ حمضيَّةً من الهطولِ في المدينةِ **أ**.

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

استخدامُ المُفرداتِ والمفاهيم

قارنْ بينَ كلِّ زوجٍ من المفاهيمِ التاليةِ:

١. الضغطِ الجوّيِّ والرياحِ.

٢. التروبوسفيرِ والتيرموسفيرِ.

٣. ظاهرةِ الاحتباسِ الحراريِّ والاحترارِ العالميِّ.

٤. الحملِ والتوصيلِ الحراريِّ.

٥. الرياحِ العالميَّةِ والرياحِ المحليَّةِ.

٦. الستراتوسفيرِ والميزوسفيرِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٧. ما الغازُ الأوفرُ في الغلافِ الجوّيِّ؟

أ. الأكسجين — ج. النيتروجين

ب. الهيدروجين — د. ثاني أُكسيدِ الكربون

٨. أحدُ المصادرِ الأساسيَّةِ للأكسجينِ في الغلافِ الجوّيِّ للأرض، هو:

أ. مياهُ البحرِ.

ب. الشمس.

ج. النباتات.

د. الحيوانات.

٩. ما الطبقةُ السفليَّةُ من الغلافِ الجوّيِّ التي تنشأُ فيها أحوالُ الطقس؟

أ. الستراتوسفير

ب. التروبوسفير

ج. التيروسفير

د. الميزوسفير

١٠. ما النسبةُ المئويَّةُ للطاقةِ الشمسيَّةِ التي تصلُ إلى الغلافِ الجوّيِّ الخارجيِّ، ويتمُّ امتصاصُها على سطحِ الأرض؟

أ. ٢٠٪ — ج. ٥٠٪

ب. ٣٠٪ — د. ٧٠٪

١١. تقعُ طبقةُ الأوزون في:

أ. الستراتوسفير.

ب. التروبوسفير.

ج. التيرموسفير.

د. الميزوسفير.

١٢. ما الطريقةُ التي تنتشرُ بها معظمُ الطاقةِ الحراريَّةِ في الغلافِ الجوّيِّ؟

أ. التوصيلُ الحراريُّ. — ج. الاحتباسُ الحراريُّ.

ب. الحمْل. — د. الإشعاع.

١٣. يُسمّى التوازنُ بينَ الطاقةِ الداخلَةِ والطاقةِ الخارجةِ:

أ. توازنَ الحمْلِ.

ب. توازنَ التوصيلِ الحراريِّ.

ج. الاحتباسَ الحراريَّ.

د. توازنًا إشعاعيًّا.

١٤. أيُّ حزامِ رياحٍ يقعُ فيهِ الوطنُ العربيُّ؟

أ. الرياحُ الغربيَّةُ (العكسيَّةُ).

ب. الرياحُ التجاريّةُ.

ج. الرياحُ الشرقيَّةُ القطبيَّةُ.

د. نطاقُ الركودِ الاستوائيِّ.

١٥. أيُّ منَ الملوِّثاتِ التاليَةِ ليسَ مُلوِّثًا رئيسًا؟

أ. عادمُ السيّارةِ.

ب. المطرُ الحمضيُّ.

ج. دخانُ المصانعِ.

د. دخانُ البلاستيكِ المحترقِ.

إجابةٌ قصيرة

١٦. لمَ يصبحُ الغلافُ الجوّيُّ أقلَّ كثافةً مع تزايدِ الارتفاع؟

١٧. لماذا يرتفعُ الهواءُ عندَما يسخُن؟

١٨. ما السببُ الرئيسُ لتغيُّراتِ درجةِ الحرارةِ في الغلافِ الجوّيِّ؟

١٩. ما الملوِّثاتُ الثانويَّةُ؟ وكيفَ تتكوَّنُ؟ اذكُرْ مثالاً على ملوِّثٍ ثانويٍّ.

تفكيرٌ ناقد

٢٠. **خريطةُ المفاهيم:** استخدمِ المصطلحاتِ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: الميزوسفيرَ، الستراتوسفيرَ، الطبقاتِ، درجةَ الحرارةِ، التروبوسفيرَ، الغلافَ الجوّيَّ.

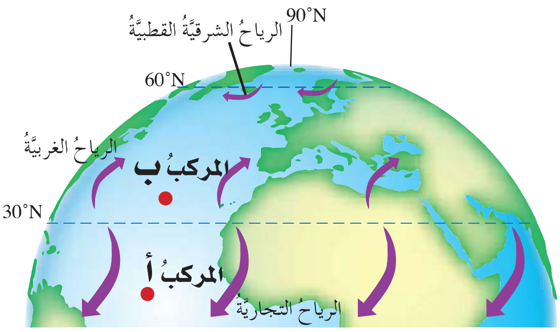
٢١. **تحديدُ العلاقات:** ما العلاقةُ بينَ الاحتباسِ الحراريِّ والاحترارِ العالميِّ؟

٢٢. **تطبيقُ المفاهيم:** باعتقادِكَ كيفَ يتغيَّرُ تأثيرُ كوريوليس إذا كانتِ الأرضُ تدورُ مرّتَيْنِ أسرعَ مما تدورُ عليه فعليًّا؟ وضِّحْ ذلك.

٢٣. **استدلالٌ:** يحتوي الغلافُ الجوّيُّ لكوكبِ الزُّهَرَةِ على مُستوًى مرتفعٍ جدًّا من ثاني أكسيدِ الكربون. كيفَ تؤثِّرُ هذه الحقيقةُ في مفعولِ ظاهرةِ الاحتباسِ الحراريِّ على ذلك الكوكبِ؟

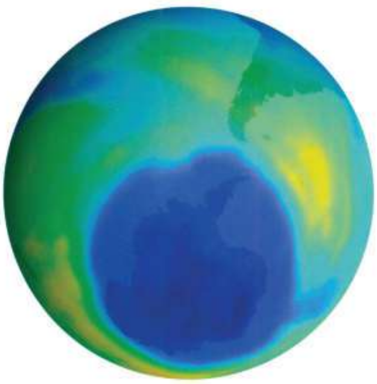
تفسيرُ الشكلِ التخطيطيِّ

استخدمِ الشكلَ التخطيطيَّ أدناه للإجابةِ عنِ الأسئلةِ التي تليه. عندَما تُجيبُ عن هذهِ الأسئلةِ، افترضْ أن تيّاراتِ المحيطِ لا تؤثِّرُ في مسلكِ المراكبِ.



٢٤. إذا أبحرَ المركبُ **أ** إلى N °50، فمن أيِّ جهةٍ ستهبُّ الرياحُ السائدَةُ؟

٢٥. إذا أبحرَ المركبُ **ب** مع الرِّياحِ الغربيَّةِ السائدةِ في النصفِ الشماليِّ من الكرةِ الأرضيَّةِ، فبأيِّ اتِّجاهٍ يكونُ المركبُ مُبحرًا؟



الفصل ٩

الطّقس



الفكرةُ الرئيسةُ

ينتجُ الطقسُ منَ الفروقِ في الضغطِ، والحرارةِ، وحركةِ الهواءِ، والرطوبةِ.

القسم

حولَ الصورةِ

يعتبرُ إعصارُ جونو الذي ضربَ الشواطئَ المطلّةَ على بحرِ العربِ في يونيو ٢٠٠٧ أقوى إعصار مداريٍّ يضربُ هذهِ الشواطئَ منذ العام ١٩٧٧. وقد وصلَتْ سرعةُ الرياحِ إلى حوالي 260 km/h، وارتفاعُ الأمواجِ إلى 12 m وكانَتْ عُمانُ أكثرَ الدولِ المتضرِّرةِ من هذا الإعصارِ.

نشاطٌ تمهيديٌّ

المنظم البياني

جدولُ اللوحاتِ الثلاثِ

قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصل، قمْ بإعدادِ **جدولِ اللوحاتِ الثلاث**. عنونْ كلَّ لوحةٍ بواحدٍ من العناوينِ التاليةِ: «الماءُ في الهواءِ»، «العواصفُ المداريَّةُ»، «توقُّعُ حالةِ الطقسِ». ثم اكتبْ تحتَ كلِّ عنوانٍ في اللوحةِ ما تعرفُهُ عن الموضوعِ. أضفْ في أثناءِ قراءةِ الفصل، معلوماتٍ أُخرى تتعلَّمُها.



نشاطٌ استِهلاليٌّ

سحابةٌ في عبوةٍ

في هذا النشاطِ سوفَ تصنعُ نموذجًا يبيّنُ كيفَ تتكوَّنُ السحابةُ.

الخُطوات

١. اسكبْ بعضًا **من الماءِ في عبوةٍ شفّافةٍ كبيرةٍ من البلاستيك.** حرِّكِ الماءَ في العبوةِ، ثُمَّ أفرغْها منه.

٢. أشعلْ عودَ ثقابٍ طويلاً عندَ فُتحةِ العبوةِ. أطفئْهُ، وأدخلْهُ في العبوةِ، وأنتَ تمسكُ به لعدَّةِ ثوانٍ.

٣. بعدَ سحبِ عودِ الثقابِ، ضعْ فَمَكَ فوقَ الفُتحةِ، وانفُخْ داخلَ العبوةِ عدّةَ مرّاتٍ. اطلبْ إلى زميلٍ لك أن يُراقبَ، ويسجِّلَ ما يحصُلُ، وأنتَ تنفخُ في العبوةِ. سجِّلْ ما يحدثُ.

التحليل

١. صفْ ما حدثَ بعد أن نفخْتَ في العبوةِ.

٢. ما دورُ الماءِ في هذا الاختبارِ؟

٣. اكتبْ تفسيرَكَ لتكوُّنِ السحابةِ في العبوةِ. تأكّدْ إن كانَ تفسيرُكَ يلائِمُ التفسيرَ الواردَ في هذا الفصلِ.

القسمُ ١

الماءُ في الهواءِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يوضّحُ كيفَ يتحرّكُ الماءُ عبرَ دورةِ الماءِ.
- يصفُ كيفَ تتأثّرُ الرطوبةُ النسبيّةُ بدرجةِ الحرارةِ وكمّيّاتِ بخارِ الماءِ.
- يصفُ العلاقةَ بينَ نقطةِ الندى والتكثيفِ.
- يعدّدُ ثلاثةَ أنواعٍ منَ السُّحبِ.
- يحدّدُ أربعةَ أشكالٍ منَ الهطولِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الطقس	السحب
الرطوبة	الهطول
الرطوبةُ النسبيَّةُ	نقطةُ الندى
التكثيف	

استراتيجيّةُ القراءةِ

التلخيصُ الثنائيُّ: اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. ثم شكّلْ ثنائيًّا مع زميلٍ لك. تناوبا على تلخيصِ المادّةِ. توقّفا لمناقشةِ الأفكارِ الغامضةِ.

كيفَ ستكونُ حالةُ الطقسِ في عطلةِ نهايةِ الأسبوعِ؟ بحسبِ مشروعاتِك تكونُ الإجابةُ عن هذا السؤالِ مهمَّةً. لا أتوقعُ أنَّ النزهةَ في الحرِّ تكونَ ممتعةً.

هلْ تساءلْتَ يومًا ما الطقسُ؟ **الطقسُ Weather** حالةُ الغلافِ الجوّيِّ في زمانٍ ومكانٍ معيَّنَيْنِ. تتأثّرُ حالةُ الغلافِ الجوّيِّ بكمّيَّةِ الماءِ في الهواءِ. لكي تفهمَ الطقسَ، عليكَ، إذًا، أن تتعرَّفَ دورةَ الماءِ في الغلافِ الجوّيِّ للأرضِ.

دورةُ الماءِ

الماءُ في الحالاتِ السائلةِ، والصلبةِ، والغازيَّةِ، يُعادُ تدويرُهُ باستمرارٍ، عبرَ دورةِ الماءِ. **دورةُ الماءِ** هيَ الحركةُ المتواصلةُ للماءِ من مصادرَ على سطحِ الأرضِ، كالبحيراتِ، والمحيطاتِ والنباتاتِ، انتقالاً إلى الهواءِ، ثمَّ إلى اليابسةِ، فإلى باطنِ الأرضِ، ومنه إلى السطحِ. يبيِّنُ **الشكلُ ١** حركةَ الماءِ عبرَ دورةِ الماءِ.

تحقّقْ

ما دورةُ الماءِ؟

الشكلُ ١ دورةُ الماءِ



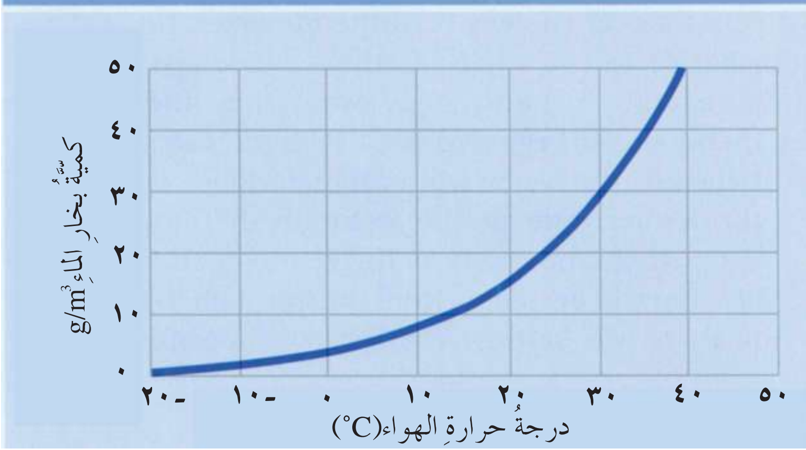
يحصلُ **التكثيفُ** عندمَا يبردُ بخارُ الماءِ، ويتغيَّرُ من غازٍ إلى سائلٍ. بهذهِ العمليَّةِ تتكوَّنُ السُّحبُ.

يحصلُ **الهطولُ** عندمَا يتساقطُ المطرُ أوِ الثلجُ، أو خليطُ المطرِ والبردِ، من السحبِ على سطحِ الأرضِ.

يحصلُ **التبخُّرُ** عندمَا يتغيَّرُ الماءُ السائلُ إلى بخارِ ماءٍ، أي إلى غازٍ.

الانسيابُ السطحيُّ هوَ الماءُ الآتي من الهطولِ، والذي يتدفَّقُ على سطحِ الأرضِ ويتجمَّعُ في أنهارٍ، وجداولَ. ويصُبُّ أخيرًا في المحيطِ.

كميّةُ بخارِ الماءِ التي يستطيعُ الهواءُ حملها عند درجاتِ حرارةٍ مختلفةٍ



الشكلُ ٢ يبيّنُ هذا الرسمُ البيانيُّ ما يلي: كلما أصبحَ الهواءُ أكثرَ سخونةً، تزدادُ كميَّةُ بُخارِ الماءِ التي يستطيعُ الهواءُ حملَها.

الرطوبة

في أثناءِ تبخُّرِ الماءِ من البحيراتِ والمحيطاتِ والنباتاتِ، يُصبحُ بخارَ ماءٍ، أو رطوبةً في الهواءِ. بخارُ الماءِ غيرُ مرئيٍّ. وكمّيَّةُ بخارِ الماءِ في الهواءِ تُسمّى **الرطوبةَ Humidity**. في أثناءِ تبخُّرِ الماءِ وتحوُّلِهِ إلى بخارِ ماءٍ، تزدادُ رطوبةُ الهواءِ. تتغيَّرُ قدرةُ الهواءِ على حملِ بخارِ الماءِ مع تغيُّرِ درجةِ حرارةِ الهواءِ. ومع ارتفاعِ درجةِ حرارةِ الهواءِ، تزدادُ قدرتُهُ على حملِ بخارِ الماءِ، كما يظهرُ في **الشكل ٢**.

الطقس: حالةُ الغلافِ الجوّيِّ القصيرةُ الأمدِ، بما فيها درجةُ الحرارةِ والرطوبةُ، والهطولُ والرياحُ والرؤيةُ.

الرطوبة: كمّيَّةُ بخارِ الماءِ في الهواءِ.

الرطوبةُ النسبيَّةُ: نسبةُ كمّيَّةِ بخارِ الماءِ في الهواءِ إلى كمّيَّتِهِ القصوى التي يستطيعُ الهواءُ حملَها عندَ درجةِ حرارةٍ معيَّنةٍ.

الرطوبةُ النسبيَّةُ

إحدى الطرقِ للتعبيرِ عن الرطوبةِ هي الرطوبةُ النسبيَّةُ.

الرطوبةُ النسبيَّةُ Relative humidity كميَّةُ بخارِ الماءِ في الهواءِ، مقارنةً بكميّتِهِ القُصوى التي يستطيعُ الهواءُ حملَها عندَ درجةِ حرارةٍ معيَّنةٍ. لذلك تُعطى الرطوبةُ النسبيَّةُ كنسبةٍ مئويَّةٍ. عندما يحملُ الهواءُ كلَّ الماءِ الذي يستطيعُ حملَه عندَ درجةِ حرارةٍ معيَّنةٍ، يكونُ مُشبعًا. للهواءِ المشبعِ رطوبةٌ نسبيَّةٌ هي ١٠٠٪. لكن كيف تجدُ الرطوبةَ النسبيَّةَ لهواءٍ غيرِ مشبعٍ؟ إذا عرفتَ الكمّيَّةَ القُصوى من بخارِ الماءِ التي يستطيعُ الهواءُ حملَها عندَ درجةِ حرارةٍ معيَّنَةٍ وعرفْتَ الكمّيَّةَ الفعليَّةَ لبخارِ الماءِ في الهواءِ، تستطيعُ إيجادَ الرطوبةِ النسبيَّةِ.

افترضْ أنَّ مترًا مكعَّبًا من الهواءِ يستطيعُ احتجازَ 24 g من بخارِ الماءِ عندَ درجةِ حرارةٍ معيَّنةٍ. وأنتَ تعرفُ أنَّ الهواءَ يحتوي فعليًّا على 18 g من بخارِ الماءِ، يُمكنُكَ عندئذٍ إيجادُ الرطوبةِ النسبيَّةِ باستخدامِ الصيغةِ التاليةِ:

$$\text{الرطوبةُ النسبيَّةُ (٪)} = \frac{\text{المحتوى الفعليّ لبخارِ الماءِ } g/m^3}{\text{محتوى الإشباعِ لبخارِ الماءِ } g/m^3} \times 100$$

$$\frac{18\ g/m^3}{24\ g/m^3} \times 100 = 75\%$$

وقْفَةٌ مع الرياضيات

الرطوبةُ النسبيَّةُ

افترضْ أنَّ مترًا مكعَّبًا من الهواءِ عند درجةِ حرارةِ 25° C يحتوي على 11g من بخارِ الماءِ. يستطيعُ الهواءُ عندَ درجةِ الحرارةِ هذه حملَ 24 g/m³ من بخارِ الماءِ. أوجدِ الرطوبةَ النسبيَّةَ للهواءِ.

العواملُ المؤثِّرةُ في الرطوبةِ النسبيَّة

كمّيَّةُ بخارِ الماءِ ودرجةُ الحرارةِ هما العاملانِ اللذانِ يؤثِّرانِ على الرطوبةِ النسبيَّة. فعندَ درجةِ حرارةٍ وضغطٍ ثابتَيْن، تتغيَّرُ الرطوبةُ النسبيَّةُ مع تغيُّرِ كمّيَّةِ بخارِ الماءِ في الهواءِ. وكلما ازدادَتْ كمّيَّةُ بخارِ الماءِ في الهواءِ تزدادُ الرطوبةُ النسبيَّةُ. وإذا بقيَتْ كمّيَّةُ بخارِ الماءِ في الهواءِ كما هي، وتغيَّرَتْ درجةُ الحرارة، تتغيَّرُ الرطوبةُ النسبيَّةُ. تقِلُّ الرطوبةُ النسبيَّةُ مع ارتفاعِ درجةِ الحرارةِ، وتزدادُ مع انخفاضِ درجةِ الحرارةِ.

قياسُ الرطوبةِ النسبيَّة

الهيجرومترُ جهازٌ يُستخدمُ لقياسِ الرطوبةِ النسبيَّة. يتألَّفُ الهيجرومترُ من ترمومترَيْن أحدُهما ترمومترٌ ذو مستودعٍ رطبٍ. مُستودعُ هذا الترمومترِ مغطّى بقطعةِ قماشٍ رطبةٍ. أما الترمومترُ الآخرُ فهو ترمومترٌ ذو مستودعٍ جافٍّ.

الفرقُ في قراءاتِ درجةِ الحرارةِ بينَ الترمومترَيْن يشيرُ إلى كمّيَّةِ بخارِ الماءِ في الهواءِ. وكلما كانَ الفرقُ كبيرًا بينَ القراءَتَيْن تكونُ كمّيَّةُ بخارِ الماءِ في الهواءِ قليلةً، وبالتالي تكونُ نسبةُ الرطوبةِ منخفضةً.

يبيِّنُ **الشكلُ ٣** كيفَ يُستخدمُ جَدولُ الفروقِ بين القراءَتَيْن، لتحديدِ الرطوبَةِ النسبيَّة.

تحقَّقْ

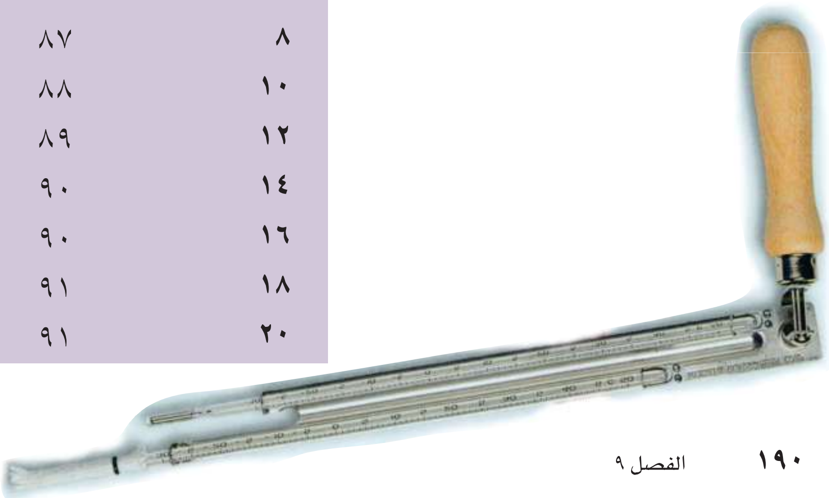
ما الجهازُ الذي يُستخدمُ لقياسِ الرطوبةِ النسبيَّةِ؟

الشكلُ ٣ تحديدُ الرطوبةِ النسبيَّةِ

الرطوبةُ النسبيَّةُ (٪)

قراءةُ المستودعِ الجافِّ C°	الفرقُ بينَ قراءةِ المستودعِ الرطبِ وقراءةِ المستودعِ الجافِّ C°							
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
٠	٨١	٦٤	٤٦	٢٩	١٣			
٢	٨٤	٦٨	٥٢	٣٧	٢٢	٧		
٤	٨٥	٧١	٥٧	٤٣	٢٩	١٦		
٦	٨٦	٧٣	٦٠	٤٨	٣٥	٢٤	١١	
٨	٨٧	٧٥	٦٣	٥١	٤٠	٢٩	١٩	٨
١٠	٨٨	٧٧	٦٦	٥٥	٤٤	٣٤	٢٤	١٥
١٢	٨٩	٧٨	٦٨	٥٨	٤٨	٣٩	٢٩	٢١
١٤	٩٠	٧٩	٧٠	٦٠	٥١	٤٢	٣٤	٢٦
١٦	٩٠	٨١	٧١	٦٣	٥٤	٤٦	٣٨	٣٠
١٨	٩١	٨٢	٧٣	٦٥	٥٧	٤٩	٤١	٣٤
٢٠	٩١	٨٣	٧٤	٦٦	٥٩	٥١	٤٤	٣٧

جدِ الرطوبةَ النسبيَّةَ بتحديدِ موضعِ رأسِ العمودِ الذي يساوي الفرقَ بينَ قراءَتي المستودعِ الرطبِ والمستودعِ الجافِّ. ثم حدِّدْ موضعَ رأسِ الصفِّ الأفقيِّ الذي يساوي قراءةَ درجةِ الحرارةِ على ترمومترِ المستودعِ الجافِّ. القيمةُ التي تقعُ عندَ تقاطعِ العمودِ والصفِّ تساوي الرطوبةَ النسبيَّةَ. ترى الهيجرومترَ أدناه.



كيفَ يعملُ الترمومترُ ذو المستودعِ الرطبِ؟

يعملُ ميزانُ الحرارةِ ذو المستودعِ الرطبِ بطريقةٍ تختلفُ عن الترمومترِ ذي المستودعِ الجافِّ، والذي يقيسُ درجةَ حرارةِ الهواءِ فقط. ففي أثناءِ مرورِ الهواءِ فوقَ ترمومترِ المستودعِ الرطبِ، يتبخَّرُ الماءُ من قطعةِ القماشِ، فتبردُ. فإذا كانَتِ الرطوبةُ منخفضةً، يتبخَّرُ الماءُ بسرعةٍ أكبرَ، وتهبطُ قراءةُ الدرجةِ على ترمومترِ المستودعِ الرطبِ. وإذا كانَتِ الرطوبةُ عاليةً، تتبخَّرُ من قطعةِ قماشِ المستودعِ الرطبِ كمّيَّةٌ صغيرةٌ فقطْ من الماءِ، ويكونُ التغييرُ في درجةِ الحرارةِ قليلاً.

التكثيف

يُرجَّحُ أن تكونَ قد شاهدْتَ قُطَيراتٍ من الماءِ تتكوَّنُ على كأسٍ من الماءِ المثلّجِ من الخارجِ، كما يبيِّنُ **الشكلُ ٤**. منْ أينَ أتَتْ قطيراتُ الماءِ تلك؟ أتى هذا الماءُ منَ الهواءِ المحيطِ بالكأسِ، وتكوَّنَتِ القطيراتُ نتيجةَ التكثيفِ. **التكثيفُ** Condensation هو العمليَّةُ التي تحوِّلُ أيَّ غازٍ، كبخارِ الماءِ سائلاً. لكن قبلَ أنْ يصبحَ التكثيفُ ممكنًا، ينبغي أن يكونَ الهواءُ مشبعًا. هذا يعني أن تكونَ الرطوبةُ النسبيَّةُ ١٠٠٪ للهواءِ المحيطِ بالكأسِ. يحصلُ التكثيفُ عندَما يبردُ الهواءُ المشبعُ.

نقطةُ الندى

يمكنُ للهواءِ أن يصبحَ مشبعًا عندَما يُضافُ بخارُ الماءِ إلى الهواءِ عبرَ التبخُّرِ أو عندَما تبلغُ برودةُ الهواءِ نقطةَ الندى. و**نقطةُ الندى** Dew point هي درجةُ الحرارةِ التي يتكثَّفُ الغازُ عندَها، ويصبحُ سائلاً. عندَ نقطةِ الندى هذهِ يُصبحُ الهواءُ مشبعًا. والثلجُ في كأسِ الماءِ يجعلُ برودةَ الهواءِ المحيطِ بالكأسِ تبلغُ نقطةَ الندى. لكن قبلَ أنْ يصبحَ تكثُّفُ بخارِ الماءِ ممكنًا، يجبُ أنْ يكونَ له سطحٌ يتكثَّفُ عليهِ. في حالةِ كأسِ الماءِ المثلجِ، يتكثَّفُ بخارُ الماءِ على السطحِ الخارجيِّ للكأسِ.



الشكلُ ٤ حصلَ التكثيفُ عندما بردَ الهواءُ المحيطُ بالكأسِ إلى درجةِ تكاثفِه.

التكثيفُ: التغييرُ في الحالةِ من غازٍ إلى سائلٍ.

نقطةُ الندى: هي درجةُ الحرارةِ التي يصبحُ الهواءُ عندَها مشبعًا ببخارِ الماءِ الذي يبدأُ بالتكثيفِ.

تحقَّقْ

كيفَ يعملُ الترمومترُ ذو المستودعِ الرطبِ؟

مختبرٌ سريعٌ

من أينَ أتى؟

١. اسكبْ كمّيَّةً من الماءِ لها **درجةُ حرارةِ الغرفةِ**، في **كوبٍ بلاستيكيٍّ للشربِ**، حتّى يصلَ مستوى الماءِ قريبًا من حافةِ الكوبِ.

٢. لاحظِ الوعاءَ من خارجِه، ودوِّنْ ملاحظاتِكَ.

٣. أضفْ إلى الوعاءِ **مكعَّبَيْنِ من الثلجِ**.

٤. لاحظِ الوعاءَ من الخارجِ، لرصدِ أيِّ تغييراتٍ.

٥. ماذا حصلَ للوعاءِ من خارجِه؟

٦. ما السائلُ على الوعاءِ؟

٧. منْ أينَ أتى هذا السائلُ؟ وضِّحْ ذلكَ.

الشكلُ ٥ ثلاثةُ أشكالٍ منَ السُّحُب



السحبُ الركاميَّةُ تبدو كأكوامٍ من كراتِ القطنِ.

السحبُ الطبقيَّةُ ليسَ لها ارتفاعُ السُّحبِ الركاميَّةِ، لكنّها تغطّي مساحاتٍ أوسعَ.

السُّحبُ الرقيقةُ مكوَّنَةٌ من بلّوراتٍ ثلجيّةٍ.

السَّحابةُ: مجموعةٌ منْ قطراتِ الماءِ الصغيرةِ أوِ البلّوراتِ الثلجيَّةِ، معلقةٌ في الهواءِ، تتكوَّنُ عندَما يبردُ الهواءُ ويحصلُ التكثيفُ.

السُّحب

هَلْ تساءلْتَ يومًا ما السُّحبُ؟ وكيفَ تتكوَّنُ؟ **السحابةُ** Cloud مجموعةٌ منْ ملايينِ قطراتِ الماءِ الصغيرةِ جدًّا، أو بلَّوْراتِ الثلجِ. تتكوَّنُ السُّحبُ في أثناءِ ارتفاعِ الهواءِ الساخنِ وتبرُّدِهِ. وَفيما يبردُ الهواءُ المرتفعُ، يصبحُ مشبعًا. فيتحول بخارُ الماءِ إلى سائلٍ أو صلبٍ، بحسبِ درجةِ حرارةِ الهواءِ. عندَ درجاتِ حرارةٍ فوقَ درجةِ التجمُّدِ، يتكثَّفُ بخارُ الماءِ على جُسيماتٍ صغيرةٍ في الهواءِ، ويكوِّنُ قطراتٍ دقيقةً من الماءِ. وعندَ درجاتِ حرارةٍ أدنى من درجةِ التجمُّدِ، يتحوَّلُ بخارُ الماءِ إلى صلبٍ، ليكوِّنَ بلَّوراتٍ ثلجيَّةً. تُصنَّفُ السُّحبُ بحسبِ أشكالِها كما يبيِّنُ **الشكلُ ٥**، وبحسبِ ارتفاعِها.

السحبُ الركاميَّةُ

السحبُ **الركاميَّةُ** هي السحبُ البيضاءُ هرميَّةُ الشكلِ يكونُ أسفلُها مسطَّحًا. تتكوَّنُ السحبُ الركاميَّةُ عندَما يرتفعُ الهواءُ الساخنُ. هذهِ السحبُ تشيرُ عادةً إلى طقسٍ معتدلٍ لكنَّها تُنتجُ عواصفَ رعديَّةً عندَما يكبرُ حجمُها. وتأتي العواصفُ الرعديَّةُ منَ السحبِ الركاميَّةِ المسمّاةِ السحبَ **الركاميةَ المطريّةَ**. وهي نوعٌ من السحبِ يحتملُ أنْ يؤدّيَ إلى الهطولِ.

السحبُ الطبقيَّةُ

السحبُ **الطبقيةُ** سحبٌ تتكوَّنُ في طبقاتٍ. تغطّي السُّحبُ الطبقيَّةُ مساحاتٍ شاسعةً من السماءِ، وغالبًا ما تحجُبُ الشمسَ.

ويمكنُ أن يكونَ السببُ في تكوُّنِ هذه السُّحبِ عمليَّةَ رفعٍ بطيئةً لكمّيَّةِ هواءٍ كبيرةٍ إلى الغلافِ الجويِّ. والسحُبُ **الطبقيّةُ المطريّةُ** سحبٌ طبقيَّةٌ داكنةٌ تنتجُ عادةً مطرًا متواصلاً خفيفًا إلى غزيرٍ. ويُعتبرُ الضبابُ سحابًا طبقيًّا تكوَّنَ قربَ سطحِ الأرضِ.

السحبُ الرقيقةُ

ترى في **الشكلِ ٥**، أن السحبَ **الرقيقةَ** سحبٌ بيضاءُ ريشيَّةٌ ورقيقةٌ تكونُ على ارتفاعاتٍ عاليةٍ. تتكوَّنُ السحبُ الرقيقةُ عندَما تكونُ الرياحُ قويَّةً. فإذا ازدادَ سمْكُ هذه السحبِ فهذا يُشيرُ إلى أن الطقسَ سوفَ يتغيَّرُ.

السُّحبُ والارتفاعُ

تصنَّفُ السحبُ أيضًا بحسبِ الارتفاعِ الذي تتشكَّلُ عندَهُ. يبيِّنُ **الشكلُ ٦** ثلاثَ مجموعاتٍ، من الارتفاعاتِ تُستخدمُ لوصفِ السُّحبِ.

الشكلُ ٦ أنواعُ السَّحابِ بحسبِ ارتفاعها



السّحبُ المرتفعةُ بسببِ درجاتِ الحرارةِ المنخفضة على الارتفاعِ العالي، تتكوَّنُ السحبُ المرتفعةُ من بلّوْراتٍ ثلجيَّةٍ.

السّحبُ المتوسّطةُ تتكوَّنُ السحبُ المتوسِّطةُ من قطراتِ ماءٍ وبلَّوْراتِ ثلجٍ.

السّحبُ المنخفضةُ
السُّحبُ المنخفضةُ تتكوّنُ من قطراتِ الماءِ.

الهطولُ

الهطولُ Precipitation ماءٌ، في شكل صلبٍ أو سائل، يتساقطُ من الهواءِ إلى الأرض. هناكَ ثلاثةُ أشكالٍ أساسيَّةٍ للهطول، هيَ: المطُر والثلجُ والبَرَدُ.

المطر

الشكلُ الأكثرُ شُيوعًا للهطولِ هو **المطرُ**. تنتجُ السحابةُ مطرًا عندَما تصلُ قطراتُ الماءِ في السحابةِ إلى حجمٍ مُعيَّن. تبدأُ قطرةُ الماءِ في السحابةِ كقُطيرةٍ أصغرَ حجمًا من النقطةِ في نهايةِ هذه الجملةِ. وحين تسقطُ يجبُ أن يكونَ حجمُها قد تضاعفَ ١٠٠ مرَّةٍ.

المطرُ المتجمِّدُ والثلجُ

يتكوَّنُ **المطرُ المتجمِّدُ** عندَما يسقطُ المطرُ عبرَ طبقةٍ من الهواءِ البارد جدًّا، فيتجمَّدُ المطرُ في الهواءِ، يؤدّي ذلك إلى إنتاجِ ثلجٍ متساقط. يتكوَّنُ **الجليدُ** عندَما تكونُ درجاتُ الحرارةِ منخفضةً جِدًّا، بحيثُ يتحوَّلُ بُخارُ الماءِ مباشرةً إلى صلبٍ كبلَّوْراتٍ ثلجيَّةٍ أحاديَّةٍ، أو تتلاحمُ البلَّوْراتِ لتكوِّنَ شرائحَ جليدية، كما هو مُبيَّنٌ في **الشكل ٧**.



الشكلُ ٧ الشرائحُ الجليديَّةُ بلَّوْراتٌ ثلجيَّةٌ ذاتُ ستَّةُ أوجهٍ، يتراوحُ حجمُها بينَ بضعةِ ملّيمتراتٍ وبضعةِ سنتيمتراتٍ.

البَرَدُ

تُسمّى الكراتُ أوِ الكُتلُ الثلجيَّةُ التي تسقطُ مِنَ السُّحبِ **بالبرَد**. يتكوَّنُ البرَدُ في السُّحبِ الركاميَّةِ المطريَّةِ. عندَما تحملُ التيّاراتُ الهوائيَّةُ الصاعدةُ في السُّحبِ قطراتِ المطرِ عاليًا، تتجمَّدُ هذه القطراتُ المائيَّةُ ويتكوَّنُ البرَدُ. وفيما يتساقطُ البرَدُ، تغلِّفُهُ قطراتُ الماءِ. ويمكنُ لتيّارٍ هوائيٍّ صاعدٍ آخرَ أن يحملَ البرَدَ ويُعيدَهُ إلى الأعلى. وفي هذهِ الحالةِ تتجمَّدُ قطراتُ الماءِ التي تجمَّعَتْ على حبّاتِ البرَدِ لتكوِّنَ طبقةً أخرى منَ الجليدِ عليها. ويمكنُ لهذهِ العمليَّةِ أن تحصلَ عدَّةَ مرّاتٍ. وفي النهايةِ، تُصبحُ حبّاتُ البرَدِ أثقلَ وزنًا من قدرةِ التيّاراتِ الصاعدةِ على حملِها، فتتساقطُ على سطحِ الأرضِ، كما يبيِّنُ **الشكلُ ٨**.

الهطولُ: أيُّ شكل من أشكالِ الماءِ الذي يتساقطُ من السُّحبِ إلى سطحِ الأرض.

الشكلُ ٨ ارتطامُ حبّاتِ البرَدِ الكبيرةِ المتساقطةِ تلحقُ الضررَ بالمركباتِ والمحاصيل. تبيِّنُ الصورةُ المُدخلةُ هنا طبقاتٍ داخلَ حبَّةِ البرَدِ، تكشفُ كيفَ تكوَّنَتْ.



مُراجعةُ القسم



ملخَّص

- الطقسُ حالةٌ في الغلافِ الجوّيّ في زمانٍ ومكانٍ معيَّنَين. يتأثَّرُ الطقسُ بكَمّيَةِ بُخارِ الماءِ في الهواءِ.
- تصفُ دورَةُ الماءِ الماءَ فوقَ سطحِ الأرضِ وعليهِ وتحته.
- تصفُ الرطوبةُ كمّيَةَ بُخارِ الماءِ في الهواءِ. والرطوبةُ النسبيَّةُ طريقةٌ للتعبيرِ عن الرطوبةِ.
- عندَما يبردُ الهواءُ وتهبطُ درجةُ حرارتِهِ إلى نقطةِ الندى، يكونُ الهواءُ قد وصلَ إلى الإشباعِ ويحصُلُ التكثيفُ.
- تتكوَّنُ السحبُ فيما الهواءُ يبردُ وصولاً إلى نقطةِ الندى. تُصنَّفُ السُّحبُ بحسبِ الشكلِ، وبحسبِ الارتفاعِ التي تتكوَّنُ عندَه.
- يحصلُ الهطولُ عندَما يسقطُ بُخارُ الماءِ الذي يتكثَّفُ في الغلافِ الجويّ عائِدًا إلى الأرضِ في شكلٍ صلبٍ أو سائلٍ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. وضِّح المقصودَ بكلٍّ من المفاهيمِ التاليةِ: **الرطوبةِ النسبيَّةِ، التكثيفِ، السحابةِ، الهطولِ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٢. أيٌّ منَ السُّحبِ التاليةِ يُرجَّحُ أن تُنتجَ مطرًا متواصلاً، خفيفًا أو غزيرًا.

أ. سحابةٌ ركاميَّةٌ
ب. سحابةٌ ركاميَّةٌ مطريَّةٌ
ج. سحابةٌ طبقيَّةٌ مطريَّةٌ
د. سحابةٌ رقيقةٌ

٣. كيفَ تتأثَّرُ الرطوبةُ النسبيَّةُ بكمّيَّةِ بُخارِ الماءِ في الهواءِ؟

٤. ماذا تعني رطوبةٌ نسبيَّةٌ مقدارُها ٧٥٪ ؟

٥. صفْ دورةَ الماءِ في الطبيعةِ.

٦. ما الأنواعُ الثلاثةُ للهطولِ؟

تفكيرٌ ناقد

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ:** لماذا تتكوَّنُ بعضُ السحبِ من قُطيراتِ ماءٍ ويتكوَّنُ بعضُها الآخرُ من بلّوراتٍ ثلجيَّةٍ؟

٨. **تطبيقُ المفاهيمِ:** كيفَ يُمكنُ أن يتساقطَ المطرُ والبَرَدُ منَ السحابةِ الركاميَّةِ المطريَّةِ نفسِها؟

٩. **تحديدُ العلاقاتِ:** ماذا يحصلُ للرطوبةِ النسبيَّةِ في أثناءِ هبوطِ درجةِ حرارةِ الهواءِ إلى ما دونَ نقطةِ الندى؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدمِ الصورةَ أدناه للإجابةِ عن الأسئلةِ التاليةِ.



١٠. أيُّ نوعٍ من السُّحُبِ مبيَّنٌ في الصورةِ؟

١١. كيفَ يتكوَّنُ هذا النوعُ من السُّحبِ؟

١٢. أيَّ نوعٍ منَ الطقسِ تتوقَّعُ عندَما ترى هذا النوعَ من السُّحُبِ؟ وضِّحْ إجابتَك.

القسم
٢

الطقسُ العاصفُ

دويٌّ شديدٌ! ما الذي أحدثَ هذا الصوتَ المدوِّيَ؟ يبدو أنك لم تكنْ تتوقَّعُه، فقدْ جعلَكَ تهبُّ واقفًا من وقعِ المفاجأةِ.

يُرجَّحُ أن تكونَ قد فوجئْتَ يومًا بدويِّ الرعدِ. وربَّما أعقبتْهُ عاصفةٌ رعديَّةٌ. العاصفةُ الرعديَّةُ مثالٌ على الطقسِ العاصفِ. **الطقسُ العاصفُ** طقسٌ قد يُلحقُ أضرارًا في الممتلكاتِ وفي الأرواحِ أحيانًا.

العواصفُ الرعديَّةُ

يُمكنُ للعواصفِ الرعديَّةِ أن تكونَ صاخبةً وقويَّةً. **العواصفُ الرعديَّةُ** Thunderstorms كتلكَ المبيَّنةِ في **الشكل ١**، أنظمةُ طقسٍ صغيرةٌ وبالغةُ الحدَّةِ تنتُجُ عنها رياحٌ قويَّةٌ، ومطرٌ غزيرٌ وبرقٌ ورعدٌ. ولكي تحدثَ العواصفُ الرعديَّةُ لا بدَّ من توافرِ حالتَيْن من الأحوالِ الجويَّةِ، هما: هواءٌ رطبٌ وساخنٌ بالقربِ من سطحِ الأرض، وغلافٌ جويٌّ غيرُ مستقرٍّ. ينشأُ عدمُ الاستقرارِ في الغلافِ الجويِّ عندما يكونُ الهواءُ المُحيطُ أبردَ من الكتلةِ الهوائيَّةِ المرتفعةِ. فالكتلةُ الهوائيَّةُ تستمرُّ في الارتفاعِ ما دامَ الهواءُ المحيطُ أبردَ من الكتلةِ الهوائيَّةِ.

عندما تصلُ درجةُ حرارةِ الهواءِ الساخنِ المرتفعِ إلى نقطةِ الندى، يتكثَّفُ بخارُ الماءِ في الهواءِ، ويكوِّنُ السُّحبَ الركاميَّةَ. فإذا كانَ الغلافُ الجويُّ في حالةٍ شديدةٍ من عدمِ الاستقرارِ، فإنَّ الهواءَ الساخنَ سيستمرُّ في الارتفاعِ، مسبِّبًا نموَّ السُّحبِ لتصبحَ سُحبًا ركاميَّةً مطريَّةً داكنةً. هذهِ السُّحبُ الركاميَّةُ المطريَّةُ قد تصلُ إلى ارتفاعاتٍ تزيدُ على 15 km.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يَصفُ كيفَ يتكوَّنُ البرقُ.
- يصفُ تكوُّنَ العواصفِ الرعديَّةِ، والأعاصيرِ الدوَّاميَّةِ، والأعاصيرِ المداريَّةِ.
- يصفُ خصائصَ العواصفِ الرعديَّةِ، والأعاصيرِ الدوَّاميَّةِ والأعاصيرِ المداريَّةِ.
- يوضِّحُ كيفَ تحافظُ على سلامتِكَ في الطقسِ العاصفِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

العاصفةُ الرعديَّةُ
البرقُ
الرعدُ
الإعصارُ الدوَّاميُّ
الإعصارُ المداريُّ

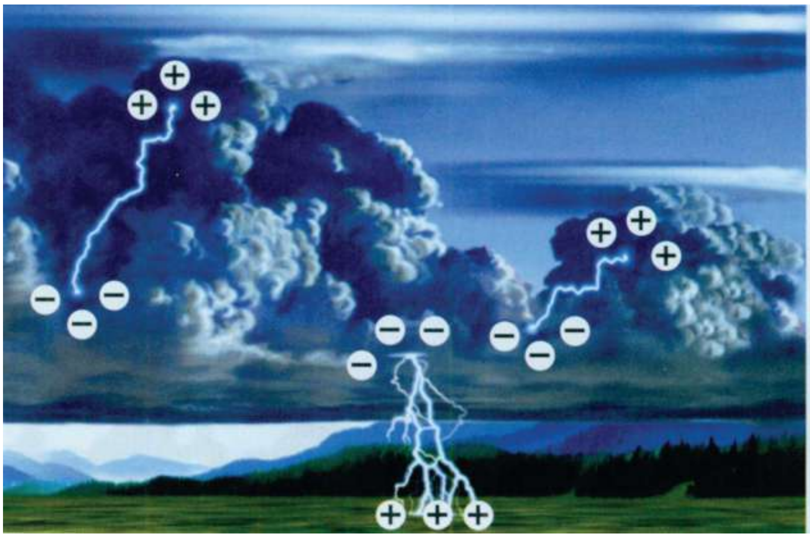
استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: في أثناءِ قراءةِ هذا القسمِ، لخِّصْهُ مستخدمًا عناوينَه.

العاصفةُ الرعديَّةُ: عاصفةٌ شديدةٌ، تستغرقُ زمنًا قصيرًا، وتتكوَّنُ من المطرِ، والرياحِ القويَّةِ، والبرقِ، والرعدِ.



الشكل ١ العاصفَةُ الرعديَّةُ النموذجيَّةُ كهذهِ العاصفةِ تولِّدُ كميَّةً هائلَةً من الطاقةِ الكهربائيَّةِ.



الشكلُ ٢ يحملُ الجزءُ الأعلى من السحابةِ عادةً شحناتٍ كهربائيَّةً موجبةً، بينَما يحملُ الجزءُ السفليُّ من السحابةِ شحناتٍ سالبةً.

البرقُ: التفريغُ الكهربائيُّ الذي يحصلُ بينَ سطحَينِ مشحونَينِ بشحناتٍ مختلفةٍ، كأن يحدثَ مثلاً بينَ السحابةِ والأرضِ، أو بينَ سحابتَينِ، أو بينَ جزءَيْنِ من السحابةِ نفسِها.

الرعدُ: الصوتُ الناتجُ عن التمدُّدِ السريعِ للهواءِ على امتدادِ حدوثِ البرقِ.

البرقُ

العواصفُ الرعديَّةُ نشطةٌ جدًّا كهربائيًّا. **فالبرقُ Lightning** تفريغٌ كهربائيٌّ يحصلُ بينَ منطقةٍ مشحونةٍ موجبةٍ ومنطقةٍ مشحونةٍ سالبةٍ، كما هوَ مبيَّنٌ في **الشكلِ ٢**. يُمكنُ للبرقِ أن يحدثَ بينَ سحابتَينِ أو بينَ الأرضِ وسحابةٍ، أو حتى بينَ جزءَيْنِ من السحابةِ نفسِها. هلْ حدثَ أن لمسْتَ شخصًا بعد احتكاكِ قدمَيْكَ بسجّادةٍ وتلقَّيْتَ صدمةً خفيفةً؟ إذا حدث، تكونُ قد اختبرْتَ كيفَ يتكوَّنُ البرقُ. ففي أثناءِ سيرِكَ، يُراكمُ الاحتكاكُ بينَ الأرضِ وحذائِكَ شحنةً كهربائيَّةً في جسمِكَ، تُطلقُ هذه الشحنةُ عندَما تلمسُ شخصًا آخرَ.

عندَما يحدثُ البرقُ، يُطلقُ طاقةً. تُنقلُ هذه الطاقةُ إلى الهواءِ فتجعلُهُ يتمدَّدُ بسرعةٍ ويُرسلُ موجاتٍ صوتيَّةً. **الرعدُ Thunder** هوَ الصوتُ الناتجُ من التمدُّدِ السريعِ للهواءِ على امتدادِ حدوثِ البرقِ.

تحقَّقْ

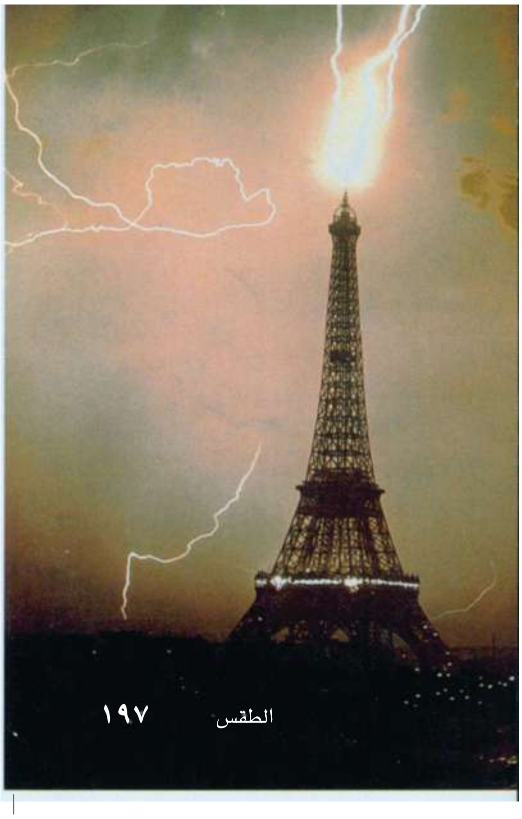
ما العاصفةُ الرعديَّةُ القاسيةُ؟

العواصفُ الرعديَّةُ

يمكنُ للعواصفِ الرعديَّةِ الشديدةِ أن تنتجَ حالةً واحدةً أو أكثرَ من الأحوالِ الجوّيَّةِ التاليةِ: رياحٍ شديدةٍ، عواصفَ برَدٍ، فيضاناتٍ مفاجئةٍ ومؤقتةٍ، وأعاصيرَ حلزونيَّةٍ. تدمِّرُ عواصفُ البرَدِ المحاصيلَ وتتلفُ الهياكلَ الخارجيَّةَ للسيّاراتِ، وتهشِّمُ زجاجَ النوافذِ. وتسبِّبُ الفيضاناتُ المفاجئةُ والمؤقتةُ الناتجةُ عن الأمطارِ الغزيرةِ خسائرَ في الممتلكاتِ تُقدَّرُ بملايينِ الدولاراتِ سنويًّا.

يومضُ البرقُ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٣**، خلالَ العواصفِ الرعديَّةِ كافَّةً. وهو فائقُ القوَّةِ. فالبرقُ مسؤولٌ عن إشعالِ آلافِ حرائقِ الغاباتِ كلَّ سنةٍ، وعن مقتلِ أو جرحِ كثيرٍ من الأشخاصِ سنويًّا، في كثيرٍ من دولِ العالمِ.

الشكلُ ٣ يضربُ البرقُ غالبًا الجسمَ الأعلى في منطقةٍ ما، كبرجِ إيفل في باريسَ، فرنسا.



الإعصارُ الدوّاميُّ: عمودٌ هوائيٌّ دوّارٌ ومدمِّرٌ تكونُ فيه سرعاتُ الرياحِ عاليةً جدًّا. ويبدو للناظرِ إليه سحابةً بشكلِ قمعٍ، ويلامسُ الأرضَ.

الإعصارُ المداريُّ: عاصفةٌ قاسيةٌ تنشأُ فوقَ المحيطاتِ المداريَّةِ وتتّخذُ رياحُها القويَّةُ التي تفوقُ سرعتُها 120 km/h مسارًا لولبيًّا باتِّجاهِ مركزِ العاصفةِ ذي الضغطِ المنخفضِ جدًّا.

الأعاصيرُ الدوّاميَّةُ

تَحدثُ الأعاصيرُ الدوّاميَّةُ في ١٪ فقط من كلِّ العواصفِ الرعديَّةِ. **الإعصارُ الدّواميُّ** Tornado عمودٌ هوائيٌّ صغيرٌ دوّارٌ تكونُ فيه سرعاتُ الرياحِ عاليةً، وهو ذو ضغطٍ جوّيٍّ مركزيٍّ منخفضٍ، ويلامسُ الأرضَ. يبدأُ الإعْصارُ الدوّاميُّ كسحابةٍ بشكلِ قمعٍ تخترقُ قاعدةَ سحابةٍ ركاميَّةٍ مطريَّةٍ، وتتدلّى في الهواءِ. تُصبحُ هذه السحابةُ إعصارًا دوّاميًّا عندَما تتَّصلُ بسطحِ الأرضِ. يظهرُ **الشكلُ ٤** كيفَ يتكوَّنُ الإعصارُ الدوّاميُّ.

الشكلُ ٤ كيفَ يتكوَّنُ الإعصارُ الدوّاميُّ



١ يسبِّبُ تحرُّكُ الرياحِ في اتِّجاهَينِ دفعَ طبقةٍ وسطى منَ الهواءِ إلى الدورانِ كسجّادةٍ ملفوفةٍ.



٢ يتّخذُ العمودُ الهوائيُّ الدوّارُ وضعًا رأسيًّا بفعلِ قوّةِ تيّاراتٍ هوائيَّةٍ صاعدةٍ في السحابةِ الركاميَّةِ المطريَّةِ. ثم تبدأُ التيّاراتُ الهوائيَّةُ الصاعدةُ بالدورانِ أيضًا.



٣ يتحرَّكُ العمودُ الهوائيُّ الدوّارُ إلى قاعدةِ السحابةِ الركاميَّةِ المطريَّةِ، ويكوِّنُ سحابةً بشكلِ قمعٍ.

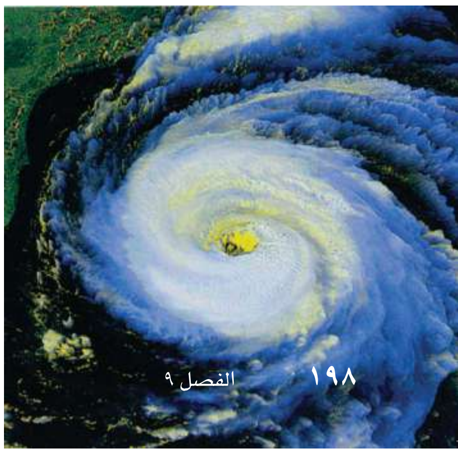


٤ تُصبحُ هذهِ السحابةُ إعصارًا دوّاميًّا عندَما تلامسُ الأرضَ.

الأعاصيرُ المداريَّةُ

الإعصارُ المداريُّ Huricane الظاهرُ في **الشكلِ ٥**، نظامٌ جوّيٌّ مداريٌّ دوّارٌ كبيرٌ، لرياحِهِ سرعاتٌ لا تقلُّ عن 120 km/h والأعاصيرُ المداريَّةُ أقوى العواصفِ على الأرضِ. ولها أسماءٌ مختلفةٌ في مناطقَ مختلفةٍ من العالمِ، مثلُ جونو وكاترينا.

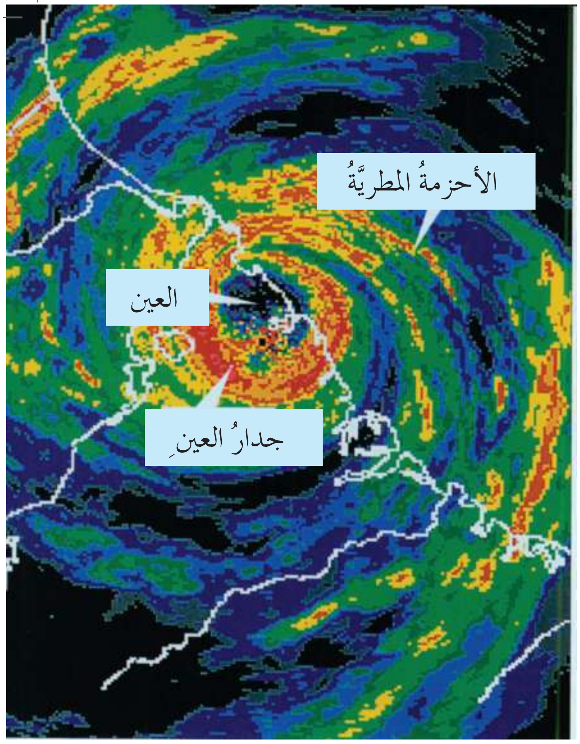
الشكلُ ٥ صورةُ هذا الإعصارِ المداريِّ التقطَتْ منَ الفضاءِ.



كيفَ يتكوَّنُ الإعصارُ المداريُّ

يبدأُ الإعصارُ المداريُّ كمجموعةٍ من العواصفِ الشديدةِ الممطرةِ التي تصحبُها رياحٌ قويَّةٌ وبرقٌ ورعدٌ. تتحرَّكُ هذهِ العواصفُ فوقَ مياهِ المحيطِ المداريَّةِ. تلتقي الرياحُ المتحرِّكةُ باتِّجاهَينِ مختلفَين، وتجعلُ العاصفةَ تدورُ كالدوّامةِ. وبفعلِ تأثيرِ كوريوليس، تدورُ العاصفةُ بعكسِ عقاربِ الساعةِ في النصفِ الشماليِّ من الكرةِ الأرضيَّةِ، وباتِّجاهِ عقاربِ الساعةِ في النصفِ الجنوبيِّ منها.

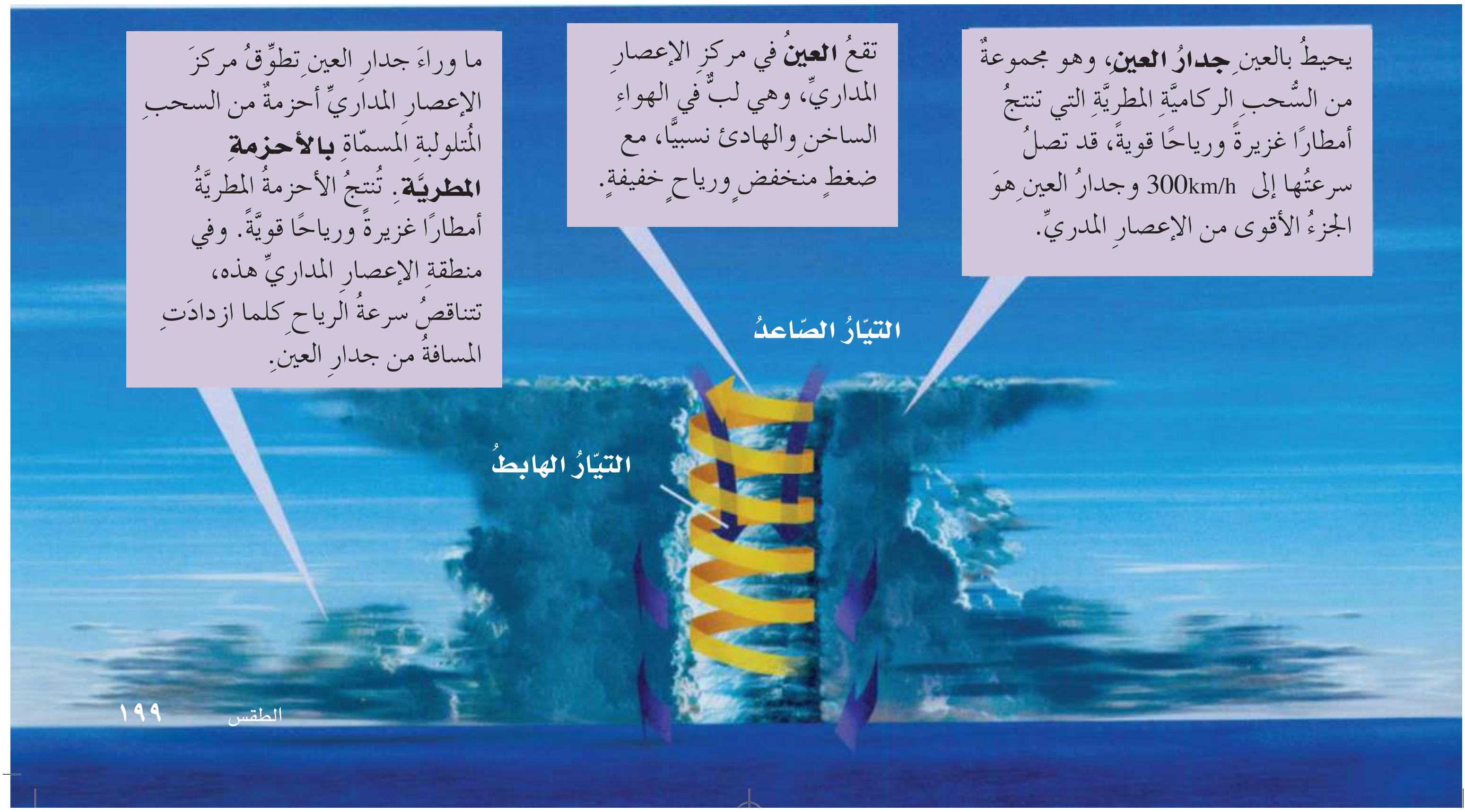
تأتي طاقةُ الإعصارِ المداريِّ من تكثُّفِ بخارِ الماءِ. فما إن يتكوَّنَ الإعصارُ المداريُّ حتّى يتزوَّدَ بالطاقةِ من اتِّصالِه بمياهِ المحيطِ الدافئةِ. تُضافُ الرطوبةُ إلى الهواءِ الساخنِ بواسطةِ التبخُّرِ من المحيطِ. وفي أثناءِ ارتفاعِ الهواءِ الرطبِ والساخنِ، يتكثَّفُ بُخارُ الماءِ، ويُطلَقُ كمّيّاتٍ كبيرةً من الطاقةِ. يواصِلُ الإعصارُ المداريُّ نموَّهُ، مادامَ فوقَ مصدرِه من الهواءِ الرطبِ والساخنِ. عندَما يتحرَّكُ الإعصارُ المداريُّ إلى مياهٍ أبردَ، أو فوقَ اليابسةِ، يبدأُ بالزوالِ، لأنه فقدَ مصدرَ طاقتِه. يبيِّنُ **الشكلان ٦** و **٧** مشهدَيْنِ للإعصارِ المداريِّ.



الشكلُ ٦ في هذه الصورةِ منظرٌ عامٌّ للإعصارِ المداريِّ.

تحقَّقْ
من أينَ تأتي طاقةُ الأعاصيرِ المداريَّةِ؟

الشكلُ ٧ مقطعٌ عرضيٌّ للإعصارِ المداريِّ





الشكلُ ٨ يُمكنُ لموجةِ الإعصارِ المداريِّ العارمةِ أن تسبِّبَ أضرارًا جسيمةً للبيوتِ المنتشرةِ القائمةِ قربَ خطِّ الشاطئِ.

الضّررُ الناجمُ عنِ الأعاصيرِ المداريَّةِ

يمكنُ للأعاصيرِ المداريَّةِ أن تسبِّبَ أضرارًا كثيرةً، عندَما تتحرَّكُ قربَ اليابسةِ، أو عندَما تصلُ إليها. تتراوحُ سرعةُ رياحِ معظمِ الأعاصيرِ المداريَّةِ بينَ 120 km/h و150. لكنَّ سرعةَ بعضِها قد تصلُ إلى 300km/h. تستطيعُ رياحُ الإعصارِ المداريِّ إسقاطَ الأشجارِ وأعمدةِ خطوطِ الهاتفِ، وإتلافَ المباني والبيوتِ وتدميرَها.

وفي حينِ أن الرياحَ القويَّةَ تسبِّبُ الكثيرَ من الأضرارِ، فإن معظمَ أضرارِ الإعصارِ المداريِّ تنتجُ عنِ الفيضانِ الذي تصحبُه أمطارٌ غزيرةٌ وأمواجٌ عارمةٌ. والموجةُ العارمةُ جدارٌ من الماءِ يتكوَّنُ فوقَ المحيطِ بفعلِ قوَّةِ الرياحِ، والضغطِ الجويِّ المنخفض. يكبرُ جدارُ الماءِ كلَّما اقتربَ من الشاطئِ، ويصلُ إلى ارتفاعِهِ الأقصى عندَما يصطدمُ بالشاطئ. يعتمدُ حجمُ الموجةِ العارمةِ على قوَّةِ الإعصارِ المداريِّ، فقد يتراوحُ ارتفاعُها بين 1 m و 8 m وطولُها بين 65 km و 160 km. ويسبِّبُ الفيضانُ أضرارًا هائلةً بالممتلكاتِ والأرواحِ، عندَما تصلُ الموجةُ العارمةُ إلى الشاطئِ، كما يَظهرُ في **الشكلِ** ٨.

السلامةُ خلالَ الطقسِ العاصفِ

يُمكنُ للطقسِ العاصفِ أن يكونَ خطرًا للغايةِ. لذلكَ مِن المهمِّ أن تحافظَ على سلامتِكَ. إحدى الطرقِ لتوخّي السلامةِ هي تشغيلُ الراديو أو التلفزيونِ في أثناءِ العاصفةِ. فالمحطّاتُ المحليَّةُ، المرئيَّةُ والمسموعةُ، توافيكَ بالأنباءِ إذا ما أصبحَتِ العاصفةُ أسوأ.

السلامةُ خِلالَ العاصفةِ الرعديَّةِ

البرقُ واحدٌ من أكثرِ أجزاءِ العاصفةِ الرعديَّةِ خطورةً. والبرقُ تجتذبُهُ الأجسامُ المرتفعةُ. فإذا كنْتَ في الخارجِ، ابقَ بعيدًا عنْ الأشجارِ التي قد تهوي. وإذا كنتَ في العراءِ، اجثمْ على الأرضِ، وإلا ستكونُ أطولَ جسمٍ في المنطقةِ! تجنَّبِ المسطَّحاتِ المائيَّةَ. فإذا ضربَ البرقُ الماءَ وأنتَ فيه، فقد يبلغُ الضررُ حدَّ الموتِ.



الشكلُ ٩ أفضلُ طريقةٍ لتحميَ نفسَكَ في أثناءِ الإنذارِ بإعصارٍ دوّاميٍّ، هيَ أن تجثمَ عندَ جدارِ غرفةٍ وتُغطي رأسَكَ من الخلفِ ورقبتَكَ بيديكَ أو بكتابٍ.

السلامةُ خلالَ الإعصارِ الدوّاميِّ

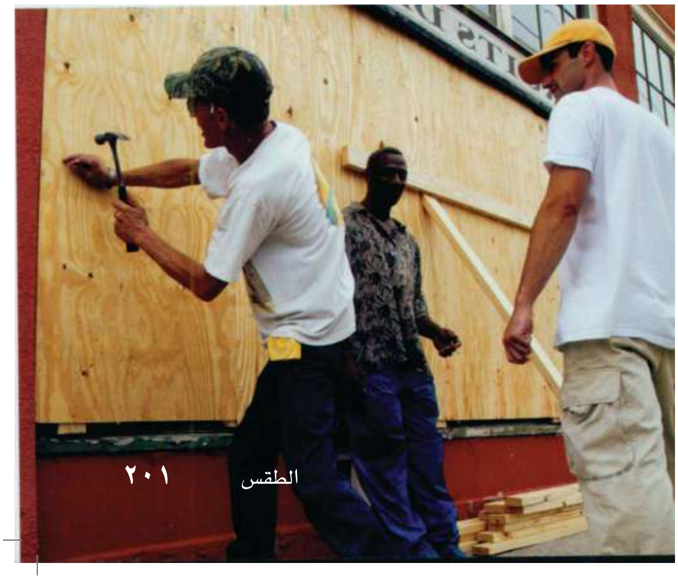
يعتمدُ متوقِّعو أحوالِ الطقسِ طريقتَينِ لإعلامِ الناسِ عنِ الأعاصيرِ الدوّاميَّةِ، هُما التحذيرُ والإنذارُ. **التحذيرُ** تنبيهٌ يصدرُ عن دائرةِ الأرصادِ الجوّيَّةِ بوجوبِ الاحتراسِ، يُعلمُ الناسَ باحتمالِ حدوثِ إعصارٍ دوّاميٍّ. أما الإنذارُ، فهو دعوةٌ إلى التأهُّبِ، تُعلمُ الناسَ بأنَ إعصارًا دوّاميًّا قد رُصِدَ.

إذا كانَ هُناكَ إنذارٌ بالتأهُّبِ لإعصارٍ دوّاميٍّ في منطقتِكَ، سارعْ إلى إيجادِ ملجأ. المكانُ الأفضلُ للاحتماءِ طابقٌ سُفليٌّ أو قبو. باستطاعتِكَ أيضًا الذهابَ إلى غرفةٍ بلا نوافذَ، تقعُ في وسطِ البناءِ، كالحمّامِ، أوغرفةِ الملابسِ أو الممرِّ، كما يبيِّنُ **الشكلُ ٩**. وإذا كنتَ في الخارجِ، اضطجعْ في حقلٍ فسيحٍ خالٍ من الشجرِ، أو في خندقٍ عميقٍ.

السلامةُ خلالَ الفيضانِ

إنَّ المناطقَ التي تصيبُها أمطارٌ غزيرةٌ حتّى يغمرَها الطوفانُ والفيضاناتُ، تغدو أشبهَ بمنطقةٍ ضربَتْها الأعاصيرُ الدوّاميَّةُ؛ فتصدرُ بخصوصِها التحذيراتُ والإنذاراتُ. لكنَّ الإنذاراتِ نادرًا ما تفي بالغرضِ. فالطوفانُ المفاجئُ، هو طوفانٌ يرتفعُ فيه منسوبُ المياهِ وينخفضُ بشكلٍ مفاجئٍ تمامًا. وأفضلُ وقايةٍ في أثناءِ الطوفانِ هي إيجادُ مكانٍ مرتفعٍ بانتظارِ انحسارِ الطوفانِ. يجبُ عليكَ دائمًا الابتعادُ عن مياهِ الطوفانِ. فحتى المياهُ الضحلةُ قد تكونُ خطرةً، إذا كانَتْ تجري بسرعةٍ.

الشكلُ ١٠ أصحابُ المخازنِ هؤلاءِ يغطّونَ نوافذَهم بألواحٍ خشبيَّةٍ لحمايتِها من الرياحِ القويَّةِ أثناءَ الإعصارِ المداريِّ.



السلامةُ خلالَ الإعصارِ المداريِّ

إذا ضربَ إعصارٌ مداريٌّ منطقتَكَ، ستوافيكَ محطّاتُ التلفزةِ والإذاعاتُ المحليَّةُ بكلِّ جديدٍ عن الوضعِ. يُمكنُ أن يُطلبَ إلى الناسِ القاطنينَ بالقربِ من الشاطئِ إخلاءُ المنطقةِ. إذا كنتَ تسكنُ في منطقةٍ تضربُها الأعاصيرُ المداريَّةُ، يجبُ أن يكونَ لعائلتِكَ صندُوقُ مؤنٍ لوقتِ الكوارثِ فيه كمّيّاتٌ من الماءِ والغذاءِ تكفي لعدَّةِ أيّامٍ. ولحمايةِ نوافذَ بيتِكَ، عليكَ باستخدامِ ألواحٍ من الخشبِ لتغطيتِها، كما هو مُبيَّنٌ في **الشكلِ ١٠**. والأهمُّ هو وجوبُ أن تبقى داخلَ البيتِ خلالَ العاصفةِ.

ملخَّص

- العواصفُ الرعديَّةُ أنظمةُ طقسٍ قويَّةٌ تنتجُ الرياحَ القويَّةَ والأمطارَ الغزيرةَ والبرقَ والرعدَ.
- البرقُ هو التفريغُ الكهربائيُّ الكبيرُ الذي يحدثُ بينَ سطحَينِ مشحونَينِ بشحناتٍ مختلفةٍ. والبرقُ يطلقُ مقدارًا كبيراً من الطاقةِ يمكنُ أن يكونَ خطيرًا جدًّا.
- الأعاصيرُ الدوّاميَّةُ أعمدةُ هواءٍ دوّارةٌ صغيرةٌ تُلامسُ الأرضَ، ويمكنُ أن تسبِّبَ أضرارًا جسيمةً.
- الإعصارُ المداريُّ نظامُ طقسٍ مداريٍّ دوّارٌ وكبيرٌ. تسبِّبُ الأعاصيرُ المداريَّةُ رياحًا قويَّةً. ويُمكنُها أن تسبِّبَ أضرارًا جسيمةً في الممتلكاتِ.
- في حالةِ الطقسِ العاصفِ، من المهمِّ البقاءُ بأمانٍ. الإصغاءُ إلى محطّاتِ التلفزةِ والإذاعاتِ المحليَّةِ لمعرفةِ المستجدّاتِ، والبقاءُ في الداخلِ بعيدًا عن النوافذِ، قاعدتانِ من المفيدِ اتّباعُهما.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

أكملْ كلَّ جملةٍ من الجملِ التاليةِ باختيارِ المفردةِ الصحيحةِ من المفرداتِ التاليةِ:

الإعصارِ المداريِّ   الإعصارِ الدوّاميِّ   البرق

١. العواصفُ الرعديَّةُ نشطةٌ جدًّا كهربائيًّا، وغالبًا ما تسبِّبُ ________.

٢. يتكوَّنُ ________ عندَما تخترقُ سحابةٌ دواميَّةُ الشكلِ دوّارةٌ قاعدةَ سحابةٍ ركاميَّةٍ مطريَّةٍ، وتلامسُ الأرضَ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. الخطوةُ الأسلمُ للاحتماءِ إذا باغتكَ الإعصارُ الدوّاميُّ وأنتَ في الخارجِ، هي:
   - أ. البقاءُ قربَ المباني والطرقِ.
   - ب. التوجُّهُ نحوَ منطقةٍ مكشوفةٍ.
   - ج. الاحتماءُ قربَ شجرةٍ كبيرةٍ.
   - د. لا شيءَ ممّا ذُكرَ.

٤. صفْ كيفَ تتكوَّنُ الأعاصيرُ الدوّاميَّةُ.

٥. ما البرقُ؟ ماذا يحدثُ نتيجةً للبرقِ؟

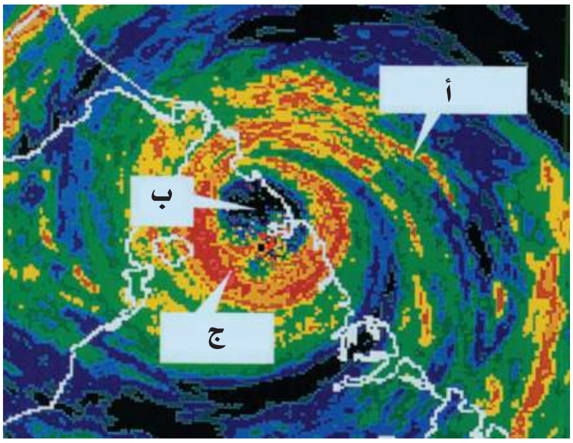
تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **تطبيقُ المفاهيمِ**: إذا كُلِّفْتَ توفيرَ موادَّ للصندوقِ الخاصِّ بأوقاتِ الكوارثِ، ماذا تُحضرُ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

٧. **تحديدُ العلاقاتِ**: ماذا يحدثُ للإعصارِ المداريِّ عندَما يجتاحُ اليابسةَ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدِمِ الصورةَ أدناهُ للإجابةِ عن الأسئلةِ التاليةِ:



٨. صفْ ما يحدثُ عندَ النقطةِ ج.

٩. ما هيَ النقطةُ ب؟

١٠. أيُّ نوعٍ منَ الطقسِ تتوقَّعُ عندَ النقطةِ أ؟

القسمُ ٣

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ الأنواعَ المختلفةَ منَ الأجهزةِ المستخدمةِ لقياساتِ الأرصادِ.
- يوضّحُ كيفَ تُساعدُ الأقمارُ الاصطناعيّةُ الراداريّةُ والأرصاديّةُ علماءَ الأرصادِ على توقُّعِ الطقسِ.
- يوضّحُ كيفيّةَ تفسيرِ خريطةِ الطقسِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

التيرمومتر

البارومتر

الأنيمومتر

استراتيجيّةُ القراءةِ

منظّمُ القراءةِ: في أثناءِ قراءةِ هذا القسمِ، ضعْ جدولاً يُقارنُ الأجهزةَ المختلفةَ المستخدمةَ لجمعِ بياناتِ الطقسِ.

تحقّقْ

كيفَ يجمعُ علماءُ الأرصادِ البياناتِ عن الظروفِ الجويّةِ فوقَ سطحِ الأرضِ؟

توقُّعُ الطقسِ

تُشاهدُ في نشرةِ الأحوالِ الجويَّةِ المسائيَّةِ. الأخبارُ جيِّدةٌ فالسماءُ ستمطرُ في القريبِ العاجلِ. لكن كيفَ يستطيعُ متوقِّعو الطقسِ أن يعرفوا أنَّها ستمطرُ؟

يؤثِّرُ الطقسُ في حياتِكَ الشخصيَّةِ. فبناءً عليه تقرِّرُ ما سوفَ ترتديه من ثيابٍ، وكيفَ تخطِّطُ ليومِكَ، لذلكَ من المهمِّ الحصولُ على توقُّعاتٍ دقيقةٍ لأحوالِ الطقسِ. لكن من أينَ يحصلُ مذيعو نشرةِ الأحوالِ الجوّيَّةِ على معلوماتِهم؟ وكيفَ يتنبؤونَ بأحوالِ الطقسِ؟ إن توقُّعَ حالةِ الطقسِ تنبُّؤٌ بأحوالِ الطقسِ على مدى ٣ إلى ٥ أيّامٍ. إن عالِمَ الأرصادِ شخصٌ يرصدُ، ويجمعُ البياناتِ عن الأحوالِ الجوّيّةِ ليتوقَّعَ الطقسَ. في هذا القسمِ، ستتعلَّمُ كيفَ تُجمعُ البياناتُ عن الطقسِ، وكيفَ تُظهَّرُ.

تقنيَّةُ توقُّعِ الطقسِ

لتوقُّعِ الطقسِ بدقَّةٍ، يحتاجُ علماءُ الأرصادِ إلى قياسِ ظروفٍ جوّيَّةٍ متنوِّعةٍ، مثلِ الضغطِ الجوّيِّ، والرطوبةِ، والهطولِ، ودرجةِ الحرارةِ، وسرعةِ الرياحِ واتِّجاهِ الرياحِ. يستخدمُ علماءُ الأرصادِ أجهزةً خاصَّةً لجمعِ البياناتِ عن ظروفِ الطقسِ، قربَ سطحِ الأرضِ، وفوقَه بكثيرٍ.

تحملُ مناطيدُ الرصدِ الجوّيِّ معدّاتٍ إلكترونيَّةً، تستطيعُ قياسَ أحوالِ الطقسِ على ارتفاعٍ يصلُ إلى 30 km عن سطحِ الأرضِ. ومما تحملُهُ مناطيدُ الرصدِ الجوّيِّ كالمنطادِ المبيَّنِ في **الشكل ١**، معدَّاتٌ تقيسُ درجةَ الحرارةِ، والضغطَ الجوّيَّ والرطوبةَ النسبيَّةَ. ويستطيعُ علماءُ الأرصادِ أيضًا قياسَ سرعةِ الرياحِ واتِّجاهِها بتتبعِ المناطيدِ.

قياسُ درجةِ حرارةِ الهواءِ والضغطِ الجوّيِّ

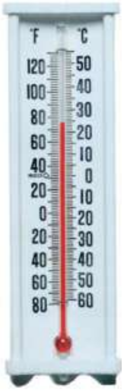
يُسمّى الجهازُ المستخدمُ لقياسِ درجةِ حرارةِ الهواءِ **التيرمومترَ** Thermometer. وتستخدمُ معظمُ الترمومتراتِ سائلاً في أنبوبٍ زجاجيٍّ ضيّقٍ مغلقٍ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكل ٢**. عندَما ترتفعُ درجةُ حرارةِ الهواءِ، يتمدَّدُ السائلُ ويتحرَّكُ نحوَ الأعلى في الأنبوبِ الزجاجيِّ. وعندَما تنخفضُ درجةُ حرارةِ الهواءِ، يتقلَّصُ السائلُ ويتحرَّكُ نحوَ الأسفلِ في الأنبوبِ.

البارومترُ Barometer جهازٌ يُستخدمُ لقياسِ الضغطِ الجوّيِّ. يتألَّفُ البارومترُ الزئبقيُّ من أنبوبٍ زجاجيٍّ مغلقٍ من طرفٍ واحدٍ، وموضوعٍ في وعاءٍ مليءٍ بالزئبقِ. عندَما يكبسُ الضغطُ الجويُّ على الزئبقِ داخلَ الوعاءِ،



الشكل ١ تحملُ مناطيدُ الرصدِ الجوّيِّ أجهزةَ إرسالٍ راداريَّةً تُرسلُ القياساتِ إلى المحطّاتِ الأرضيَّةِ.







الشكلُ ٢ يستخدمُ علماءُ الأرصادِ هذهِ الأجهزةِ لجمعِ البياناتِ الجوّيَّةِ.

يرتفعُ الزئبقُ في الأنبوبِ الزجاجيِّ. وكلَّما ازدادَ الضغطُ الجوّيُّ، يرتفعُ الزئبقُ أكثرَ نحوَ الأعلى.

قِياسُ اتِّجاهِ الرياحِ

يقاسُ اتّجاهُ الرياحِ باستخدامِ مخروطِ الرياحِ أو دوّارةِ الرياحِ. مخروطُ الرياحِ الظاهرُ في **الشكلِ ٢**، كيسٌ من القُماشِ مخروطيُّ الشكلِ مفتوحٌ من طرفَيْهِ. تدخلُ الرياحُ عبرَ الفتحةِ الواسعةِ، وتخرجُ عبرَ الفتحةِ الضيِّقةِ. لذا، تشيرُ الفتحةُ الواسعةُ إلى اتِّجاهِ الرياحِ، أما دوّارةُ الرياحُ فتشبهُ سهمًا له ذيلٌ كبيرٌ مثبَّتٌ على عمودٍ. عندَما تدفعُ الرياحُ هذا الذيلَ تدورُ دوّارةُ الرياحِ على العمودِ، حتّى يشيرَ السهمُ إلى اتِّجاهِ الرياحِ.

قِياسُ سرعةِ الرياحِ

يُسمّى الجهازُ المستخدمُ لقياسِ سرعةِ الرياحِ **الأنيمومترَ Anemometer**. يتألَّفُ مقياسُ سرعةِ الرياحِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٢**، من ثلاثةِ أو أربعةِ فناجينَ مثبَّتةٍ بعمودٍ بواسطةِ قضبانٍ. تدفعُ الرياحُ الجهاتِ المجوَّفةَ من الفناجينِ، وتجعلُها تدورُ على العمودِ. تُرسلُ هذهِ الحركةُ تيّارًا كهربائيًّا ضعيفًا يجري قياسُه.

الرّادارُ والأقمارُ الصناعيَّةُ

يُستخدمُ الرادارُ لإيجادِ موقعِ الهطولِ وحركتِهِ وكمّيّتِه. ويستطيعُ الرادارُ أيضًا أن يكتشفَ أيَّ شكلٍ من الهطولِ يحملهُ نظامُ الطقسِ. ربَّما رأيتَ من قبلُ رادارَ دوبلر المستخدمَ في التقاريرِ عن أحوالِ الطقسِ على التلفزيونِ المحلّيِّ. يُبيِّنُ **الشكلُ ٣** كيفَ يُستخدمُ رادارُ دوبلرَ لتعقُّبِ الهطولِ. أما الأقمارُ الصناعيَّةُ المستخدمةُ في الأرصادِ والّتي تدورُ حولَ الأرضِ، فترسلُ صورًا لأنظمةِ الطقسِ التي تراها في التقاريرِ عن حالةِ الطقسِ على التلفزيونِ. كما تستطيعُ الأقمارُ الصناعيَّةُ تعقُّبَ العواصفِ وقياسَ سرعةِ الرياحِ، والرطوبةِ ودرجاتِ الحرارةِ، على ارتفاعاتٍ مختلفةٍ.

رابطُ علمِ الأحياءِ

توقُّعُ الطقسِ

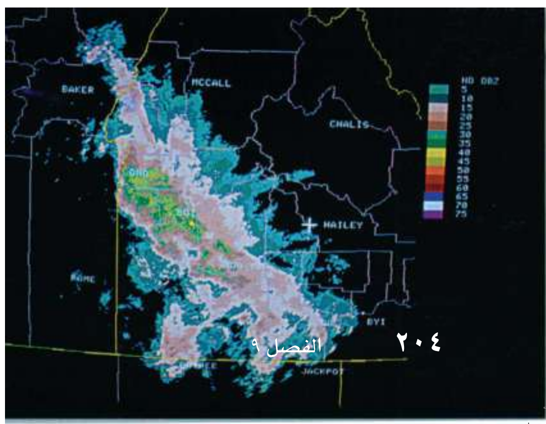
كانَ الناسُ على مرِّ التاريخِ يتوقَّعونَ الطقسَ الآتي بتفسيرِ الإشاراتِ الطبيعيَّةِ. الحيواناتُ والنباتاتُ عادةً أكثرُ إحساسًا من الإنسانِ بالتغيُّراتِ في الأحوالِ الجوّيَّةِ، كالضغطِ الجويِّ والرطوبةِ ودرجةِ الحرارةِ. لمعرفةِ المزيدِ عنِ الإشاراتِ الطبيعيَّةِ، ابحثْ عن هذا الموضوعِ في المكتبةِ، أو على شبكةِ الإنترنت. اكتبْ مقالةً قصيرةً عن نتائجِ بحثِكَ وتشاركْ فيها مع تلاميذِ صفِّكَ.

التيرمومتر: جهازٌ يقيسُ درجةَ الحرارةِ.

البارومتر: جهازٌ يقيسُ الضغطَ الجوّيَّ.

الأنيمومترُ: جهازٌ يستخدمُ لقياسِ سرعةِ الرياحِ.

الشكلُ ٣ يستطيعُ علماءُ الأرصادِ باستخدامِ رادارِ دوبلر، توقُّعَ الإعصارِ الدوّاميِّ حتى ٢٠ دقيقةً قبلَ أن يلامسَ الأرضَ.

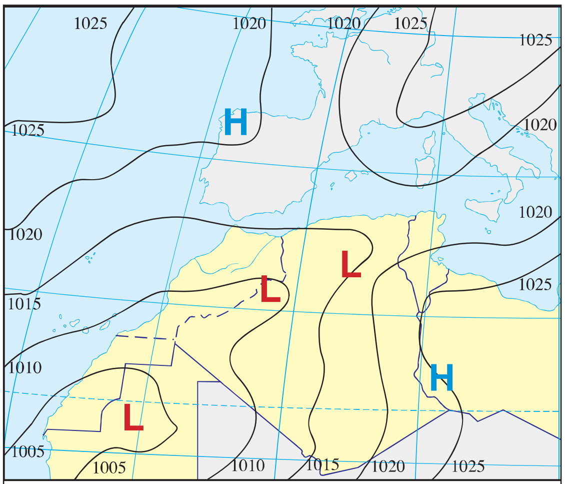


خرائطُ الطقسِ

في معظمِ دولِ العالمِ تتولّى مصلحةٌ وطنيَّةٌ جمعَ بياناتِ الأرصادِ وتحليلَها. تُنتجُ هذه المصلحةُ خرائطَ الطقس، على أساسِ المعلوماتِ التي تُجمعُ في محطاتِ الأرصادِ الجوّيَّةِ المنتشرةِ في مختلفِ أنحاءِ الدولةِ. في إقليم كوردستان العراق ٩ محطّاتِ رصدٍ جوّيٍّ.

قراءةُ خريطةِ الطقسِ

إنَّ خرائطَ الطقسِ الّتي تشاهدُها على التلفزيون تشملُ خطوطًا تُسمى **الإيزوبارات**. والإيزوبارُ خطٌّ يصلُ بينَ نقاطِ الضغطِ الجوّيِّ المتساويةِ. تمثِّلُ الإيزوباراتُ التي تكوِّنُ دوائرَ مغلقةً مناطقَ من الضغطِ الجويِّ المرتفعِ أو المنخفض. هذهِ المناطقُ تكونُ عادةً موسومةً على الخريطةِ بالحرفينِ H أو L الكبيرَيْن. تكونُ مُعرَّفَةً في مفتاحِ مصطلحاتِ الخريطةِ، كما ترى على خريطةِ الطقسِ في **الشكلِ ٤**.



الشكلُ ٤ حدِّدْ من خلالِ الشكلِ مناطقَ الضغطِ المنخفضِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- يستخدمُ علماءُ الأرصادِ عدَّةَ أجهزةٍ مثل مناطيدَ الأرصادِ، والتيرمومترات، والبارومترات، ومقاييس سرعةِ الرياحِ، ومخاريطِ الرياحِ، ودوّاراتِ الرياحِ، والرادارات، والأقمارِ الصناعيَّةِ المستخدمةِ في الأرصادِ، للتنبُّؤِ بالطقسِ.
- تبيِّنُ نماذجُ المحطّاتِ ظروفَ الطقسِ في نقاطٍ كثيرةٍ في الدولِ.
- تبيِّنُ خرائطُ الطقسِ مناطقَ الضغطِ الجوّيِّ المرتفعِ والمنخفضِ كما تبيِّنُ مواقعَ الجبهاتِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّح المقصودَ بكلٍّ من المفاهيمِ التاليةِ:
التيرمومتر، البارومتر، الأنيمومتر.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ منَ الأجهزةِ التاليةِ يقيسُ الضغطَ الجوّيَّ؟
أ. التيرمومتر.
ب. البارومتر.
ج. الأنيمومتر.
د. مخروطُ الرياحِ.

٣. كيفَ يُساعدُ الرادارُ علماءَ الأرصادِ على التنبُّؤِ بالطقسِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٤. إذا كانَتْ درجةُ الحرارةِ 75°F الخارجَ، فما درجةُ الحرارةِ المئويَّةُ؟
فكرةٌ مساعدةٌ: $(F = (C° \times 9/5) + 32)$

تفكيرٌ ناقدٌ

٥. **تطبيقُ المفاهيمِ**: لماذا يُقارنُ عالِمُ الأرصادِ خريطةَ طقسٍ جديدةً بواحدةٍ أقدمَ منها بـ ٢٤ ساعةً؟

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعة المفرداتِ والمفاهيم

قارنْ بينَ كلِّ زوجٍ من المفرداتِ والمفاهيمِ التاليةِ:

١. الرطوبةِ النسبيَّةِ ونقطةِ الندى.

٢. التكثيفِ والهطولِ.

٣. البرقِ والرعدِ.

٤. الإعصارِ الدوّاميِّ والإعصارِ المداريّ.

٥. البارومترِ والأنيمومترِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٦. ما العمليَّةُ التي يتغيَّرُ الماءُ بها من سائلٍ إلى غازٍ؟
أ. الهطول.
ب. التكثيف.
ج. التبخُّر.
د. بُخارُ الماءِ.

٧. ما رطوبةُ الهواءِ النسبيَّةُ عندَ نقطةِ الندى؟
أ. ٠٪ .
ب. ٥٠٪ .
ج. ٧٥ ٪.
د. ١٠٠٪ .

٨. أيٌّ من الخياراتِ التاليةِ **ليسَ** نوعًا من التكثيفِ؟
أ. الضبابُ.
ب. السحابُ.
ج. الثلج.
د. الندى.

٩. تُسمَّى السُّحبُ المرتفعةُ المكوَّنةُ من البلّوْراتِ الثلجيَّةِ سحبًا ———
أ. طبقيَّةً
ب. رُكاميَّةً
ج. طبقيَّةً مطريَّةً
د. رقيقةً

١٠. تُسمّى السُّحبُ الركاميَّةُ الرعديَّةُ الكبيرةُ التي تُنتجُ الهطولَ سحبًا ———
أ. طبقيَّةً مطريَّةً
ب. ركاميَّةً مطريَّةً
ج. رُكاميَّةً
د. طبقيَّةً

١١. يُمكنُ للتياراتِ الصاعدةِ القويَّةِ داخلَ الركامِ الرعديِّ أن تنتجَ:
أ. الثلجَ.
ب. المطرَ.
ج. المطرَ المتجمِّدَ.
د. البَرَدَ.

١٢. تُسمّى العاصفةُ الشديدةُ التي تتكوَّنُ كسحابٍ مخروطيٍّ سريعِ الدورانِ:
أ. إعصارًا مداريًّا.
ب. إعصارًا دوّاميًّا.
ج. تيفونًا.
د. عاصفَةً رعديَّةً.

١٣. تُسمّى الخطوطُ التي تصلُ بينَ نقاطِ الضغطِ الجوّيِّ المتساويةِ على خريطةِ الطقسِ:
أ. خطوطَ مناسيبَ.
ب. مناطقَ ضغطٍ مرتفعٍ.
ج. إيزوباراتٍ.
د. مناطقَ ضغطٍ منخفضٍ.

إجابة قصيرة

١٤. وضِّحِ العلاقةَ بينَ التكثيفِ ونقطةِ الندى.

١٥. وضِّحْ كيفَ ينشأُ الإعصارُ المداريُّ.

١٦. صِفْ دورةَ الماءِ، وفسِّرْ كيفَ تؤثِّرُ في الطقسِ.

١٧. عدِّدْ نقاطَ التّشابهِ والاختلافِ الأساسيَّةَ بينَ الأعاصيرِ المداريَّةِ والأعاصيرِ الدوّاميَّةِ.

١٨. وضِّحْ كيفَ يتكوَّنُ الإعصارُ الدوّاميُّ.

١٩. صفِ التفاعُلَ بينَ الطقسِ والأنظمةِ المحيطيَّةِ.

٢٠. أيُّ تقنيَّةٍ تُستخدمُ لتحديدِ موقعِ الهطولِ في منطقةٍ ما وقياسِ كمِّيَّتِهِ؟

٢١. اذكُرْ طريقتَيْنِ تُبقيانِكَ على اطِّلاعٍ في أثناءِ الطقسِ العاصفِ.

٢٢. علِّلْ: من المهمِّ الابتعادُ عن مياهِ الفيضانِ حتّى عندَما يكونُ الماءُ ضحلاً.

تفكيرٌ ناقدٌ

٢٣. **خريطةُ المفاهيمِ:** استخدمِ المصطلحاتِ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: التّبخُّرَ، الرطوبةَ النسبيَّةَ، بُخارَ الماءِ، الندى، الهيجرومتر، السحبَ، الضبابَ.

٢٤. **استدلالٌ:** إذا تغيَّرَتْ درجةُ حرارةِ الهواءِ وكمّيَّةُ بخارِ الماءِ في الهواءِ، فهل تبقى الرطوبةُ النسبيَّةُ كما هي؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

٢٥. **تطبيقُ المفاهيمِ:** ماذا تقولُ عن كمّيَّةِ بُخارِ الماءِ في الهواءِ إذا لم يكنْ هُناكَ من فرقٍ بينَ قراءاتِ المستودعِ الرطبِ والمستودعِ الجافِّ في الهيجرومتر؟

٢٦. **تحديدُ العلاقاتِ:** وضِّحْ أهمّيَّةَ مفهومِ الرطوبةِ النسبيَّةِ لفهمِ الطقسِ.

الوَحدةُ

هـ

الحركةُ والقُوى

من الصعبِ تخيُّلُ عالَمٍ لا يوجدُ فيه شيءٌ يتحرَّكُ. من دونِ الحركةِ والقُوى التي تسبِّبُ الحركةَ، لن يكونَ للحياةِ معنى؛ العلاقةُ بين القوَّةِ والحركةِ ستكونُ موضوعَ هذه الوحدةِ. ستتعلَّمُ كيف تصفُ حركةَ الأجسامِ، وكيف تؤثِّرُ القُوى في الحركةِ. يبيِّنُ هذا الخطُّ الزمنيُّ أحداثًا واكتشافاتٍ حصلَتْ حيثُ كانَ العلماءُ يعملونَ لفهمِ حركةِ الأجسامِ هنا على الأرضِ، وفي الفضاءِ.

حواليْ
٢٤٠ ق.م.

كان العلماءُ الفلكيُّونَ الصينيّونَ الأوائلَ في تسجيلِ مشاهدتِهم لمذنَّبِ هالي.

١٨٤٦

بعدَ أن وجدَ العُلماءُ أنَّ مدارَ كوكبِ أورانوس مختلفٌ عمّا توقَّعوه اعتمادًا على قانونِ الجاذبيَّةِ العام، اكتشفوا كوكبَ نبتون الذي تتسبَّبُ قوَّةُ جاذبيَّتِه في جعلِ مدارِ أورانوس غيرَ عاديٍّ.

١٩٦١

وفي ١٢ نيسانَ تحديدًا، تمكَّنَ رائدُ الفضاءِ السوفيتيُّ يوري جاجارين من الطيرانِ إلى الفضاءِ الخارجيِّ، والدورانِ حولَ الأرضِ، على متنِ مركبةِ الفضاءِ السوفيتيَّةِ فوستوك ١. فكان السبّاقَ في ذلك، ليصبحَ أوّلَ رجلٍ يرى الأرضَ من الفضاءِ الخارجيِّ.

١٩٧١

خلالَ رحلةِ أبولو ١٤ كانَ رجلُ الفضاءِ الأمريكيُّ ألن شيبارد يجمِّعُ بياناتٍ عن القمرِ؛ فما لبث أن استراحَ بعضَ الوقتِ، ولعبَ الجولف على القمرِ.

١٥١٩

قام الرحّالةُ البرتغاليُّ فرديناند ماجلانّ بأوّلِ رحلةٍ حولَ العالَم.



١٦٨٧

نشرَ الرياضيُّ والعالِمُ البريطانيُّ اسحق نيوتن «المبادئ Principle»، وهو كتابٌ يصفُ فيه قوانينَه للحركةِ، والقانونِ العامِ للجاذبيَّةِ.

١٧٦٤

ألَّفَ الموسيقيُّ ولفغانغ أماديوس موزار سمفونيَّتَهُ الأولى، وكانَ عمرُهُ ٨ سنواتٍ.



١٩٠٥

خلالَ عملِه في مكتبٍ لتسجيلِ براءاتِ الاختراعِ، نشرَ ألبرت أنشتاين نظريَّتَهُ عن النسبيَّةِ. تنصُّ هذه النظريَّةُ على أنَّ سرعةَ الضوءِ في الفراغِ ثابتةٌ مهما يكنْ نوعُ مرجعِ الإسنادِ.



١٩٤٧

خلالَ قيادتِه لطائرةِ Bell x1 ذاتِ الدَّفعِ النفّاثِ، أصبحَ الطيّارُ شاك ييغر أوّلَ إنسانٍ يطيرُ بسرعةٍ أكبرَ من سرعةِ الصوتِ.

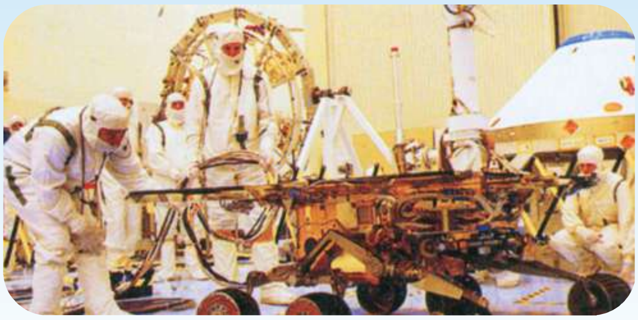


١٩٩٠

بدأتِ المركبةُ الفضائيَّةُ ماجلانّ بالدورانِ حولَ كوكبِ الزُّهرَةِ في مهمَّةٍ مدَّتُها أربعُ سنواتٍ لرسمِ خريطةٍ للكوكبِ. استخدمَتْ هذه المركبةُ قوَّةَ جاذبيَّةِ الشمسِ لكي تندفعَ نحوَ كوكبِ الزُّهرَةِ من دونِ أن تحرقَ الكثيرَ من الوقودِ.

٢٠٠٣

أطلقَتْ وكالةُ الفضاءِ الأميركيَّةُ ناسا (NASA) مسبارَين فضائيَّيْنِ لاستكشافِ كوكبِ المرّيخ ودراستِه، هما الشبَحُ (Spirit)، والفرصةُ (Opportunity).





الفصل

١٠

المادَّةُ والحركة

الفكرةُ الرئيسةُ

توجدُ قُوًى تؤثِّرُ على الأجسامِ، ويمكنُها أن تنتجَ حركةً.

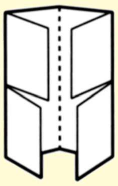
القسم

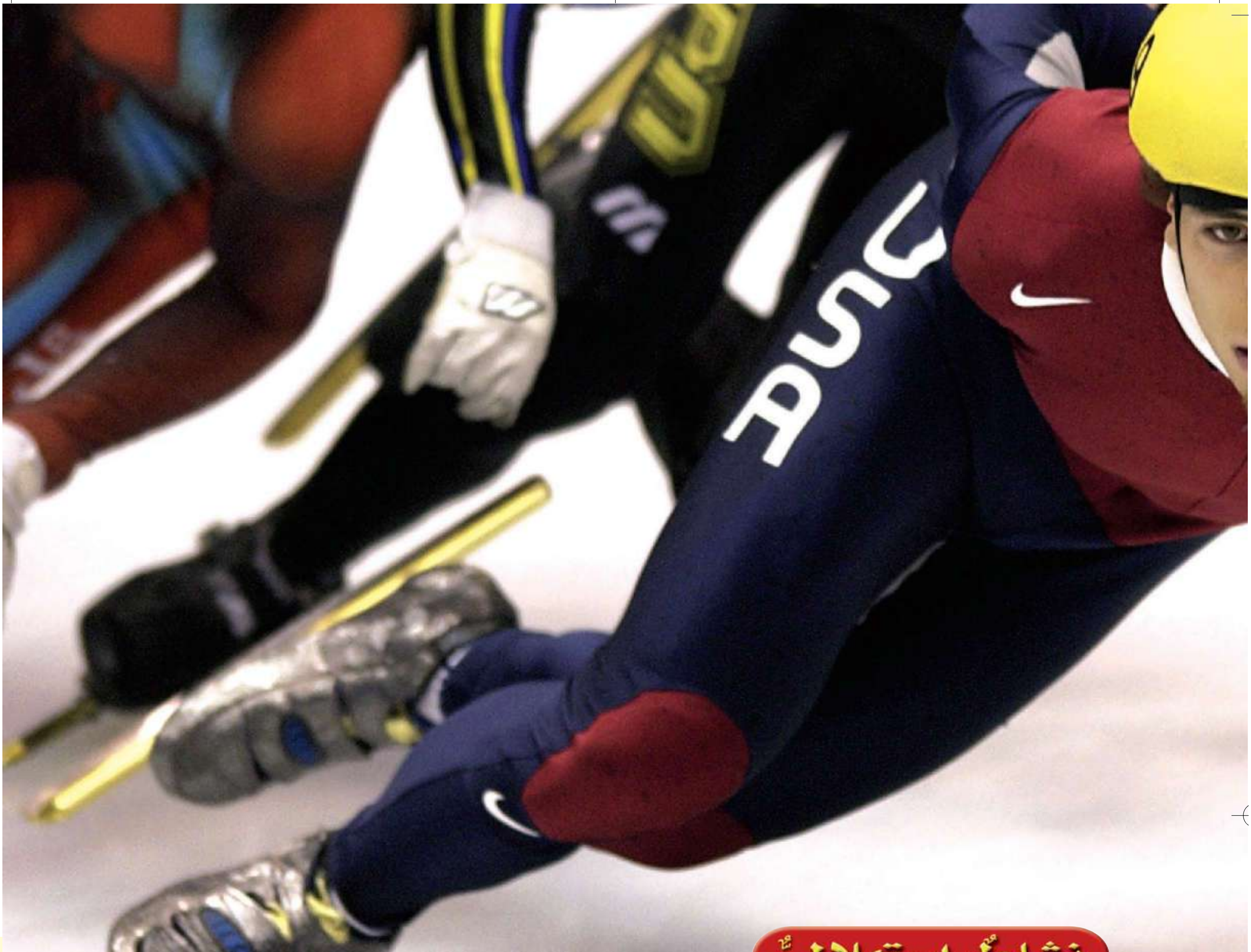
حولَ الصورةِ

سرعةُ المتزلِّجين كبيرةٌ. قد تصلُ سرعةُ بعضِهم إلى حوالَي 12 m/s، أي ما يعادلُ 44 km/h تقريبًا. للوصولِ إلى سرعةٍ كهذهِ، على المتزلِّجين أن يبذلوا قوًى كبيرةً. عليهم أيضًا استخدامُ قوَّةِ الاحتكاكِ للانعطافِ على زوايا السطحِ المنزلقِ للجليدِ.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات **رباعيُّ الطيّاتِ** قبلَ البدءِ بقراءةِ الفصلِ، قُمْ بإعدادِ **رباعيِّ الطيّاتِ**. عَنونْ كلَّ صفحةٍ من الملفِّ بـ «حركة»، و«قوى»، و«الاحتكاك»، و«الجاذبيَّة». اكتبْ ما تعرفُه عن كلِّ موضوعٍ تحتَ الورقةِ المناسبةِ. خلالَ قراءتِك للفصلِ، أضفِ المعلوماتِ التي تعلَّمْتَها.





نشاطٌ استهلاليٌّ

سرعةُ تهاوي أحجارِ الدومينو

السرعةُ هي المسافةُ التي يقطعُها جسمٌ ما في وحدةِ الزمنِ. في هذا النشاطِ، سوف تلاحظُ عاملاً واحدًا يؤثِّرُ في سرعةِ تهاوي أحجارِ الدومينو.

الخُطوات

١. ضعْ في صفٍّ واحدٍ، وعلى خطٍّ مستقيم، **٢٥ حجرَ دومينو**. حاولْ أن تكونَ المسافةُ الفاصلةُ بينَ الأحجارِ هي نفسَها.

٢. استخدمْ **مسطرةً متريَّةً** لقياسِ الطولِ الكلّيِّ الذي تصطفُّ عليه الأحجارُ. سجِّلْ هذا الطولَ.

٣. استخدمْ **ساعةَ توقيتٍ** لقياسِ الزمنِ الذي يستغرقُهُ تهاوي جميعِ أحجارِ الدومينو، سجِّل هذا القياسَ.

٤. توقَّعْ ماذا سيحصلُ لهذا الزمنِ إذا غيَّرْتَ المسافةَ الفاصلةَ بينَ أحجارِ الدومينو. اكتبْ توقُّعاتِك.

٥. كرِّرِ الخطوتَيْنِ ٢ و ٣ عدَّةَ مرّاتٍ، مستخدمًا مسافةً فاصلةً بينَ أحجارِ الدومينو، أصغرَ وأكبرَ من تلك التي استخدمتَها في البدايةِ. استخدمْ عددَ الأحجارِ نفسَهُ في كلِّ محاولةٍ.

التحليل

١. احسبِ السرعةَ المتوسِّطةَ في كلِّ محاولةٍ، بقسمةِ المسافةِ الكلّيَّةِ (طولِ صفِّ الأحجارِ) على الزمنِ الذي استغرقَهُ تهاوي جميعِ الأحجارِ.

٢. كيف تؤثِّرُ المسافةُ الفاصلةُ بين الأحجارِ في السرعةِ المتوسِّطةِ؟ هل توقَّعْتَ هذه النتيجةَ؟ إذا لم تتوقَّعْها، وضِّحْ ذلك.

القسمُ
١

قياسُ الحركة

انظرْ حولَك. قد تُشاهدُ شيئًا يتحرَّكُ. ربَّما كانَ معلِّمُكَ يمشي عبرَ القاعةِ، أو زميلٌ لك يكتبُ بقلمِه.

حتى لو لم تشاهدْ أيَّ شيءٍ يتحرَّكُ، فإنَّ الحركةَ دائمةٌ حولَك. فجُسيماتُ الهواءِ تتحرَّكُ، والأرضُ تدورُ حولَ الشمسِ، والدمُ يجري في عروقِك!

ملاحظةُ الحركةِ باستخدامِ نقطةِ إسنادٍ

تظنُّ أن من السهلِ كشفَ حركةِ جسمٍ ما، وأن عليكَ فقطْ مراقبةَ الجسمِ. لكنَّك في الحقيقةِ تراقبُ الجسمَ بالنسبةِ إلى جسمٍ آخرَ يبدو ساكنًا في موقعِه. الجسمُ الذي يبدو ساكنًا في موقعِه يُسمَّى **نقطةَ إسنادٍ**. عندما يغيِّرُ الجسمُ موقعَهُ خلالَ الزمنِ بالنسبةِ إلى نقطةِ إسنادٍ، نقولُ إن الجسمَ في **حركة Motion**. يمكنُك وصفُ اتِّجاهِ حركةِ الجسمِ اعتمادًا على اتِّجاهِ إسنادٍ، كاتِّجاهِ الشمالِ، أو الجنوبِ، أو الشرقِ، أو الغربِ، أو إلى الأعلى أو إلى الأسفلِ.

نقطةُ الإسنادِ

فسطحُ الأرضِ نقطةُ إسنادٍ شائعةٌ، لتحديدِ الحركةِ، والأجسامُ غيرُ المتحرِّكةِ، كالأشجارِ والأبنيةِ، نقاطُ إسنادٍ مفيدةٌ. كما يمكنُ استخدامُ جسمٍ متحرِّكٍ كنقطةِ إسنادٍ. مثلاً، إذا كُنتَ في المنطادِ المبيَّنِ في **الشكل ١**، يمكنُك أن تراقبَ عصفورًا يطيرُ قربَك، وأن تشاهدَ العصفورَ يغيِّرُ موقعَهُ بالنسبةِ إلى المنطادِ المُتحرِّكِ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ حركةَ جسمٍ بموقعِه من نقطةِ إسنادٍ.
- يعيِّنُ العاملَيْنِ اللذَيْنِ يحدِّدانِ السرعةَ.
- يوضِّحُ الفرقَ بينَ السرعةِ والسرعةِ المتوسِّطةِ.
- يحلِّلُ العلاقةَ بينَ السرعةِ المتَّجهةِ والعجلةِ.
- يبيِّنُ أن تغيُّراتِ الحركةِ يمكنُ قياسُها وتمثيلُها في رسمٍ بيانيٍّ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

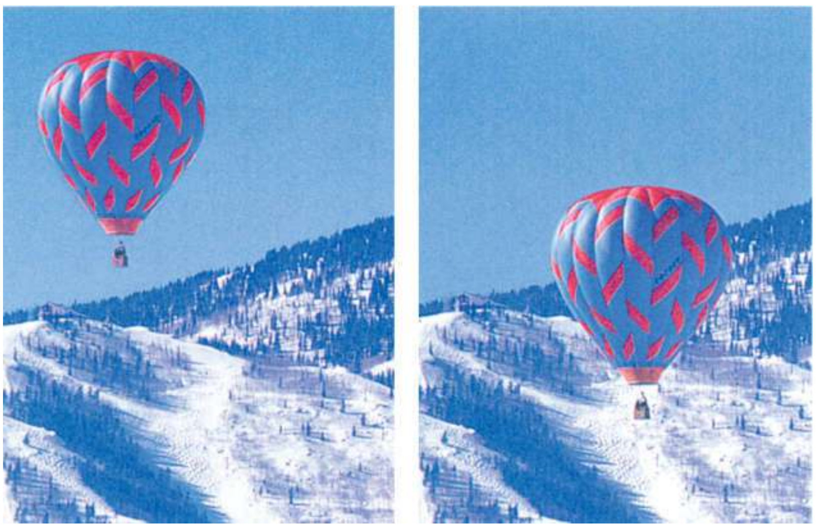
الحركة	السرعة
السرعةُ المتَّجهة	العجلة

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة: اقرأْ بصمتٍ هذا القسمَ. اكتبْ ما لديك من أسئلةٍ عنه. ناقشْ أسئلتَك ضمنَ مجموعةٍ صغيرةٍ.

تحقَّق

ماذا نعني بنقطةِ إسنادٍ؟



الشكلُ ١ خلالَ الفترةِ الزمنيَّةِ الفاصلةِ بينَ الحصولِ على الصورتَين، تغيَّرَ موقعُ المنطادِ من الجبلِ.

اعتمادُ السرعةِ على المسافةِ والزمن

السرعةُ Speed هي حاصلُ قسمةِ المسافةِ التي يقطعُها الجسمُ على الزمنِ الذي يستغرقُهُ قطعُ تلك المسافةِ. انظرْ من جديدٍ إلى **الشكل ١**. افترضْ أنَّ التغيُّرَ في الزمنِ بينَ الصورتينِ هو 10 s، وأنَّ المنطادَ قطعَ 50 m خلالَ هذه الفترةِ الزمنيَّةِ. تكونُ سرعةُ المنطادِ 10s / 50 m أو 5 m/s .

الوحدةُ الدوليَّةُ للسرعةِ هي المترُ لكلِّ ثانيةٍ (m/s). وهناك وحداتٌ أُخرى للسرعةِ مثلُ الكيلومترِ لكلِّ ساعةٍ (km/h).

حسابُ السرعةِ المتوسِّطةِ

لا تنتقلُ الأجسامُ بسرعةٍ ثابتةٍ. لذا من المفيدِ جدًّا أن تَحسبَ السرعةَ المتوسِّطةَ باستخدامِ المعادلةِ التاليةِ:

$$\text{السرعةُ المتوسِّطةُ} = \frac{\text{المسافةَ الكلِّيَّةَ}}{\text{الزمنِ الكلِّيِّ}}$$

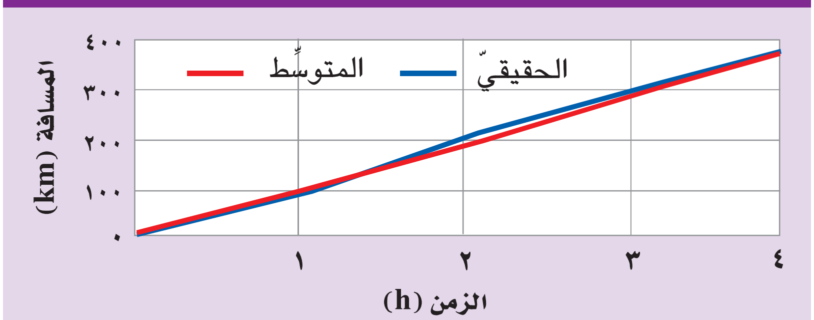
إيجادُ السرعةِ على رسمٍ بيانيٍّ

افترضْ أن شخصًا يقودُ سيّارتَهُ من مدينةٍ إلى أُخرى. يبيِّنُ الخطُّ الأزرقُ في الرسمِ البيانيِّ في **الشكل ٢** المسافةَ الكلِّيَّةَ المقطوعةَ خلالَ فترةِ 4 h. لاحظْ أن المسافةَ المقطوعةَ في كلِّ ساعةٍ مختلفةٌ عن غيرِها. تتغيَّرُ المسافةُ لأنَّ السرعةَ ليستْ ثابتةً. قد يغيِّرُ السائقُ سرعتَهُ بسببِ الطقسِ أو بسببِ ازدحامِ السيرِ، أو بسببِ الحدِّ الأقصى المسموحِ للسرعةِ. تُحسبُ السرعةُ المتوسِّطةُ كما يلي:

$$\text{السرعةُ المتوسِّطةُ} = \frac{360\ \text{km}}{4\ \text{h}} = 90\ \ \text{km/h}$$

يبيِّنُ الخطُّ الأحمرُ في الرسمِ البيانيِّ المسافةَ التي ينبغي أن يقطعَها السائقُ في كلِّ ساعةٍ، ليصلَ إلى المدينةِ، إذا تحرَّكَ بسرعةٍ ثابتةٍ. إن مَيلَ هذا الخطِّ يساوي السرعةَ المتوسِّطةَ.

رسمٌ بيانيٌّ يبيِّنُ المسافةَ المقطوعةَ خلالَ فترةٍ زمنيَّةٍ



الشكلُ ٢ يظهرُ الرسمُ البيانيُّ تغيُّراتِ المسافةِ مع الزمنِ.

الحركة: تغيُّرُ موقعِ الجسمِ بالنسبةِ إلى نقطةِ إسنادٍ معيَّنةٍ.

السرعة: حاصلُ قسمةِ المسافةِ المقطوعةِ على الفترةِ الزمنيَّةِ التي تحرَّكَ خلالَها الجسمُ.

نشاطٌ منزليٌّ

ما مقدارُ سُرعتِك؟

قِسْ مسافةَ 5 m في داخلِ المنزلِ أو خارجِه. اطلبْ إلى أحدِ أفرادِ أسرتِكَ أن يقيسَ بواسطةِ ساعةِ توقيتٍ أو ساعةٍ فيها عقربُ ثوانٍ الزمنَ الذي يستغرقُهُ اجتيازُكَ للمسافةِ التي قستَها. ثم احسبْ سرعتَكَ المتوسِّطةَ. بالطريقةِ نفسِها جِد السرعةَ المتوسِّطةَ لشخصٍ آخرَ من أفرادِ أسرتِك.

وقفةٌ معَ الرياضيّاتِ

حسابُ السرعةِ المتوسِّطةِ

قطعَ سبّاحٌ مسافةَ 50 m بينَ طرفَيْ مسبحٍ في زمنٍ يبلغُ 25s. ما السرعةُ المتوسِّطةُ للسبّاحِ؟

١. اكتبْ معادلةَ السرعةِ المتوسِّطةِ.

$$\text{السرعةُ المتوسِّطةُ} = \frac{\text{المسافةُ الكلِّيَّةُ}}{\text{الزمنُ الكلِّيُّ}}$$

٢. عوِّضِ المسافةَ الكلِّيةَ والزمنَ الكلِّيَّ بقيمتَيْهما المعطاتَيْنِ، وحُلَّ المسألةَ.

السرعةُ المتوسِّطةُ: $\frac{50\ \text{m}}{25\ \text{s}} = 2\ \text{m/s}$

طبِّقْ

١. يعدو زيادٌ مسافةَ 72 m باتِّجاهِ متجرٍ خلالَ 36 s. ما السرعةُ المتوسِّطةُ لزيادٍ؟

٢. إذا قطعْتَ مسافةَ 7.5 km خلالَ 1.5 h، فما سرعتُكَ المتوسِّطةُ؟

٣. تطيرُ طائرةٌ من جدَّةَ إلى دبيَّ قاطعةً مسافةَ 1700km خلالَ 2.5 h. ما السرعةُ المتوسِّطةُ للطائرةِ؟

السرعةُ المتَّجهةُ

تخيَّلْ عصفورَينِ يتركانِ الشجرةَ نفسَها وفي الوقتِ نفسِه. يطيرُ الاثنانِ بسرعةِ 10 km/h لمدَّةِ ٥ دقائقَ، ثم 12 km/h لمدَّةِ ٨ دقائقَ. وفي النهايةِ، 5 h/mk لمدَّةِ ١٠ دقائقَ. لماذا لا ينتهي العصفورانِ في المكانِ نفسِه؟

هل وجدْتَ الإجابةَ؟ انتقلَ العصفورانِ في اتِّجاهَيْنِ مختلفَيْنِ. كانَ مقدارُ سرعةِ كلٍّ منهُما نفسَه، لكن كانَ لهُما سرعتانِ متَّجهتانِ مختلفتانِ. **السرعةُ المتَّجهةُ Velocity** سرعةُ الجسمِ في اتِّجاهٍ معيَّنٍ.

احترسْ من الخلطِ بينَ المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ: **السرعةِ والسرعةِ المتَّجهةِ.** ذلك أنهما لا تؤدّيانِ المعنى نفسَه. يجب أن تتضمَّنَ السرعةُ اتِّجاهَ إسنادٍ. إذا قلْتَ أن السرعةَ المتَّجهةَ لطائرةٍ 600km/h لن تكونَ دقيقًا. لكي تكونَ دقيقًا تقولُ إن السرعةَ المتَّجهةَ للطائرةِ 600km/h جنوبًا. يبيِّنُ **الشكلُ ٣** مثالاً على الفرقِ بين السرعةِ والسرعةِ المتَّجهةِ.

تغيُّرُ السرعةِ المتَّجهةِ

يتبادرُ إلى ذهنِكَ أنَ السرعةَ المتَّجهةَ هي مدى تغيُّرِ موقعِ الجسمِ بوحدةِ الزمنِ. تكونُ السرعةُ المتَّجهةُ للجسمِ ثابتةً، فقط إذا كانَ مقدارُ سرعتِه واتِّجاهُها لا يتغيَّران. هذا يعني أنَّ السرعةَ المتَّجهةَ يُمكنُ أن تكونَ ثابتةً إذا كانَتِ الحركةُ في خطٍّ مستقيمٍ. تتغيَّرُ السرعةُ المتَّجهةُ لجسمٍ إذا تغيَّرَ مقدارُها أو اتِّجاهُها. مثلاً، إذا غيَّرَتْ حافلةٌ سرعتَها المتَّجهةَ خلالَ انتقالِها من 15 m/s جنوبًا إلى 20 m/s جنوبًا، تتغيَّرُ سرعتُها. وإذا أكملَتِ الحافلةُ حركتَها بمقدارِ السرعةِ المتَّجهةِ نفسِه، لكن غيَّرتِ اتِّجاهَها نحوَ الشرقِ، تتغيَّرُ سرعتُها المتَّجهةُ أيضًا. كذلك إذا أبطأَتِ الحافلةُ وفي الوقتِ نفسِه انحرفَتْ شمالاً لتفادي جملاً، تتغيَّرُ سرعتُها المتَّجهةُ أيضًا.

تحقَّقْ

ما الطريقتانِ اللتانِ تُغيِّران السرعةَ المتَّجهةَ؟

الشكلُ ٣ يمكنُ لمقاديرِ سرعاتِ هذه السيّاراتِ أن تكونَ متساويةً؛ لكن سرعاتِها المتَّجهةَ تختلفُ، لأنَّها تتحرَّكُ في اتِّجاهاتٍ مختلفةٍ.



الشكلُ ٤ إيجادُ محصِّلةِ السرعةِ المتَّجهةِ



عندَما تجمعُ سرعتَينِ لهُما **الاتِّجاهُ نفسُه**، اجمعْ مقدارَيْهِما لتجدَ محصِّلةَ السرعةِ المتَّجهةِ.

السرعةُ المتَّجهةُ للشخصِ

15 m/s شرقًا + 1 m/s شرقًا = 16 m/s شرقًا



عندَما تجمعُ سرعتَينِ لهُما **اتِّجاهانِ متعاكسانِ**، اطرحْ مقدارَ السرعةِ الصُغرى من مقدارِ السرعةِ الكُبرى لإيجادِ محصِّلةِ السرعةِ. يكونُ لهذهِ المحصِّلةِ اتِّجاهُ السرعةِ الكُبرى نفسُه.

السرعةُ المتَّجهةُ للشخصِ

15 m/s شرقًا – 1 m/s غربًا = 14 m/s شرقًا

محصِّلةُ السرعةِ المتَّجهةِ

تخيلْ أنَّكَ في حافلةٍ تتحرَّكُ بسرعةٍ متَّجهةٍ 15 m/s شرقًا. إذا تتحركُ أنتَ وباقي الركّابِ بالسرعةِ المتَّجهةِ نفسِها 15 m/s شرقًا. لكنْ افترضْ أنكَ وقفْتَ، ثم تحرَّكْتَ نحوَ مقدِّمةِ الحافلةِ، وهْيَ تتحرَّكُ. هل لاتزالُ تتحرَّكُ بالسرعةِ المتَّجهةِ للحافلةِ نفسِها؟ بالتأكيدِ لا. يبيِّنُ **الشكلُ ٤** كيف تجمعُ سرعتَينِ متَّجهتَيْنِ لإيجادِ **محصِّلةِ السرعةِ**.

السرعةُ المتَّجهةُ: سرعةُ جسمٍ في اتِّجاهٍ معيَّنٍ.

العجلةُ: مدى تغيُّرِ السرعةِ المتَّجهةِ خلالَ وحدةِ الزمنِ. يكونُ للجسمِ عجلةٌ إذا تغيَّرَ مقدارُ سرعتِه المتَّجهةِ أو اتِّجاهُها أو الاثنانِ معًا.

العجلةُ

بالرغمِ من أنَّ كلمةَ **العجلةِ** قد شاعَ استخدامُها عندَما تزدادُ سرعةُ الجسمِ، فإنَّ هذهِ الكلمةَ تعني شيئًا آخرَ. **العجلةُ** Acceleration هي مدى تغيُّرِ السرعةِ المتَّجهةِ خلالَ وحدةِ الزمنِ. تتغيَّرُ السرعةُ المتَّجهةُ إذا تغيرَ مقدارُ السرعةِ أو اتِّجاهُها، أو الاثنانِ معًا. لذلكَ، يكونُ للجسمِ عجلةٌ إذا تغيَّرتْ سرعتُهُ المتَّجهةُ، أو اتِّجاهُها أو الاثنانِ معًا.

يُسمّى عادةً ازديادُ مقدارِ السرعةِ المتَّجهةِ **عجلةَ التسارعِ**. ويُسمّى نقصانُ مقدارِ السرعةِ المتَّجهةِ **عجلةَ التباطؤِ**. تذكَّرْ أنَّ العجلةَ لا تعني فقط مدى تغيُّرِ السرعةِ المتَّجهةِ، بل مدى سرعةِ تغيُّرِ هذهِ السرعةِ المتَّجهةِ. كلَّما كانَ تغيُّرُ السرعةِ المتَّجهةِ أكبرَ، وفي زمنٍ أقلَّ، كانَتِ العجلةُ أكبرَ.

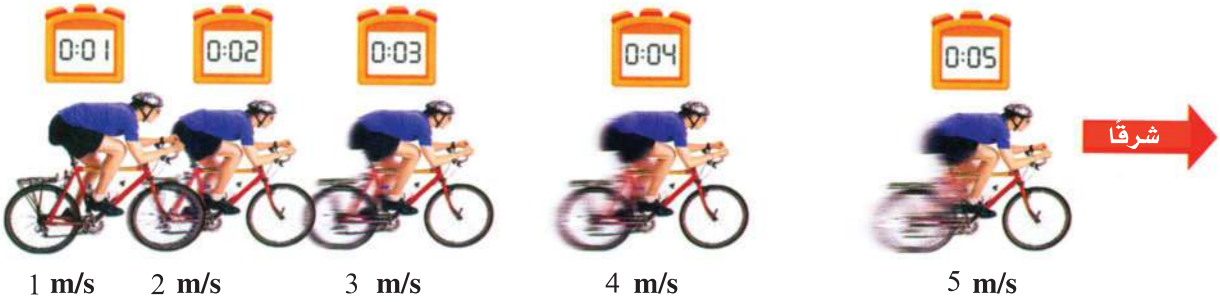
حسابُ العجلةِ المتوسِّطةِ

تجدُ العجلةَ المتوسِّطةَ باستخدامِ المعادلةِ التاليةِ:

العجلةُ المتوسِّطةُ = (السرعةَ المتَّجهةَ النهائيَّةَ – السرعةَ المتَّجهةَ الابتدائيَّةَ) ÷ الزمنَ المستغرقَ لتغييرِ السرعةِ

يعبَّرُ عن السرعةِ بالمترِ لكلِّ ثانيةٍ (m/s)، وعن الزمنِ بالثانيةِ (s). لذا يعبَّرُ عن العجلةِ بالمترِ لكلِّ ثانيةٍ في الثانيةِ أي (m/s)/s التي تعادلُ m/s^2. انظر إلى **الشكل ٥** كمثال: في كلِّ ثانيةٍ، تزدادُ سرعةُ الدرَّاجةِ 1 m/s جنوبًا. تُحسبُ العجلةُ المتوسِّطةُ كالتالي:

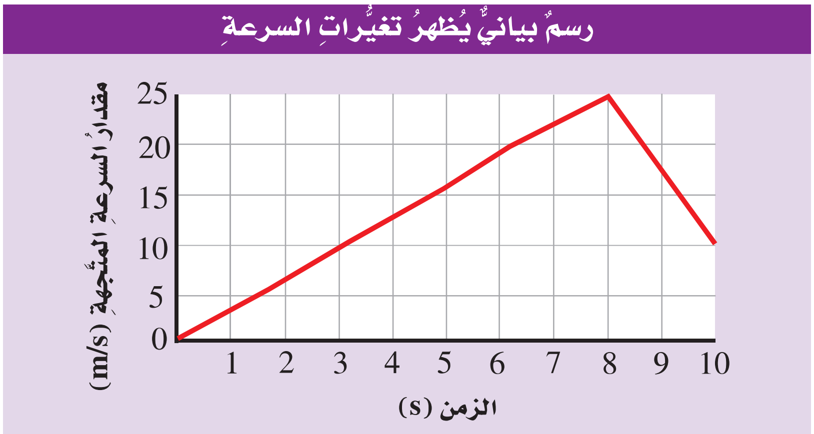
العجلةُ المتوسِّطةُ = $\frac{1\ m/s - 5\ m/s}{4\ s} = 1\ m/s^2$ شرقًا



الشكلُ ٥ تتسارعُ الدرّاجةُ وسائقُها بمعدَّلِ $1\ m/s^2$ شرقًا.

تعرُّفُ العجلةِ في رسمٍ بيانيٍّ

افترضْ أنَّك تركبُ قطارَ التعرُّجاتِ في مدينةِ ملاهٍ. يتحرَّكُ القطارُ صعودًا إلى قمَّةِ تلَّةٍ حيثُ يتوقَّفُ، فتتوقَّفُ أنت! يبيِّنُ الرسمُ البيانيُّ في **الشكل ٦** تغيُّراتِ مقدارِ سرعتِكَ المتَّجهةِ خلالَ فترةِ الـ 10 s التاليةِ. خلالَ الـ 8 s الأولى، تتحرَّكُ نزولاً من التلَّةِ. يُمكنُكَ أن تعرفَ من الرسمِ البيانيِّ أنَّ عجلتَكَ كانت موجبةً (تسارعًا)، لأنَّ مقدارَ سرعتِكَ المتَّجهةِ يزدادُ مع مرورِ الزمنِ. لكنَّكَ في الثانيتَيْنِ الأخيرتَيْنِ، تبدأُ بالتحرُّكِ صعودًا على التلَّةِ التاليةِ. فتكونُ عجلتُكَ سالبةً (تباطؤ)، لأنَّ مقدارَ سرعتِكَ المتَّجهةِ ينقصُ مع مرورِ الزمنِ.



الشكلُ ٦ يمكنُ إظهارُ العجلةِ بواسطةِ الرسمِ البيانيِّ للسرعةِ المتَّجهةِ بدلالةِ الزمنِ.

رابط رياضيات

حسابُ العجلةِ

استخدمْ معادلةَ العجلةِ المتوسِّطةِ لحلِّ المسألةِ التاليةِ.

تمرُّ طائرةٌ فوقَ النقطةِ «أ» بسرعةٍ متَّجهةٍ 240 m/s شمالاً. بعد أربعينَ ثانيةً تمرُّ الطائرةُ فوقَ النقطةِ «ب» بسرعةٍ متَّجهةٍ 260 m/s شمالاً. ما العجلةُ المتوسِّطةُ للطائرةِ؟

تحقَّقْ

ما وحدةُ العجلةِ؟

الحركةُ الدائريَّةُ

قد تُفاجأُ حين تعلمُ أنَّك، وأنتَ في سكونٍ تام، تخضعُ لعجلة. قد لا تشعرُ بتغيُّرِ مقدارِ سرعتِكَ المتَّجهةَ أو اتجاهها، لكن هذا ما يحدثُ بالفعل! أنت تتحرَّكُ في مسارٍ دائريٍّ عندما تدورُ الأرضُ حولَ نفسِها. عندما يتحرَّكُ جسمٌ على مسارٍ دائريٍّ، يغيِّرُ دائمًا اتِّجاهَ سرعتِهِ المتَّجهة. لذلك تتغيَّرُ سرعتُه المتَّجهةُ بشكلٍ دائم. فهو، إذًا، في «حركةٍ معجَّلة». تُسمَّى العجلةُ، التي تحصلُ في حركةٍ دائريَّة، مع ثباتٍ في مقدارِ السرعة، **العجلة المركزيَّةَ**. تحصلُ العجلةُ المركزيَّةُ المتَّجهةُ عندما يدورُ القمرُ حولَ الأرض. يبيِّنُ **الشكلُ ٧** مثالاً آخرَ على العجلةِ المركزيَّة.



الشكلُ ٧ يتغيَّرُ اتِّجاهُ سرعةِ شفراتِ المراوحِ بشكلٍ مستمرٍّ، دون أن يتغيَّرَ مقدارُها. لذا تحصلُ العجلةُ المركزيَّة.

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- يتحرَّكُ الجسمُ إذا تغيَّرَ موقعُهُ بمرورِ الزمن، بالنسبةِ إلى نقطةِ إسنادٍ معيَّنة.
- السرعةُ المتوسِّطةُ هي حاصلُ قسمةِ المسافةِ المقطوعةِ على الزمنِ الذي يستغرقُهُ الجسمُ لقطعِ هذه المسافة.
- السرعةُ المتَّجهةُ هي مقدارُ السرعةِ في اتِّجاهٍ معيَّن.
- العجلةُ هي مقدارٌ لتغيُّرٍ في السرعةِ المتَّجهةِ بوحدةِ الزمن.
- يمتلكُ الجسمُ عجلةً إذا تغيَّرَ مقدارُ سرعتِهِ المتَّجهة، أو اتِّجاهُها، أو الاثنانِ معًا.
- يمكنُ تحديدُ السرعةِ المتوسِّطةِ على رسمٍ بيانيٍّ للمسافةِ بدلالةِ الزمن.
- يمكنُ تحديدُ العجلةِ على رسمٍ بيانيٍّ للسرعةِ المتَّجهةِ بدلالةِ الزمن.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. وضِّح المقصودَ بكلٍّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْن: الحركةِ والعجلة.

٢. اكتبْ بأسلوبِكَ جملةً لكلٍّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ توضِّحُ معناهما: السرعةِ والسرعةِ المتَّجهة.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٣. أيٌّ مما يلي ليس مثالاً على العجلة؟
أ. يهرولُ شخصٌ بسرعةِ 3 m/s على منعطفِ طريق.
ب. تُبطِئُ سيّارةٌ عندَ إشارةِ المرور.
ج. يجري الفهدُ بسرعةٍ متَّجهةٍ 24m/s شرقًا.
د. تقلعُ طائرةٌ.

٤. أيٌّ ممّا يلي يمكنُ أن يكونَ نقطةَ إسنادٍ جيِّدةٍ لوصفِ حركةِ جمل؟
أ. سطحُ الأرض.
ب. جملٌ آخرُ يركض.
ج. شجرة.
د. جميعُ ما ورد.

٥. وضِّح الفرقَ بين السرعةِ والسرعةِ المتَّجهة.

٦. ما العاملانِ اللذانِ عليكَ أن تعرفَهما لتحدِّدَ السرعة؟

٧. ما العلاقةُ بين السرعةِ المتَّجهةِ والعجلة؟

مهاراتٌ رياضيّات

٨. جِدِ السرعةَ المتوسِّطةَ لشخصٍ ما يقطعُ مسافةَ 105m خلال 70s.

٩. ما العجلةُ المتوسِّطةُ لقطارِ أنفاقٍ تزدادُ سرعتُهُ من 9.6 m/s إلى 12m/s خلال 0.8s ، على جزءٍ مستقيمٍ من مسارِه؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١٠. **تطبيقُ المفاهيم**: لم يَعُدْ من المهمِّ معرفةُ السرعةِ المتَّجهةِ لإعصارٍ ما، وليسَ مقدارُ السرعةِ فقط.

١١. **تقويمُ البيانات**: يصطادُ ذئبٌ أرنبًا. مثِّلْ برسمٍ بيانيٍّ سرعةَ الذئبِ مستخدمًا البياناتِ التالية: 15 m/s عند 0 s؛ 10m/s عند 1 s؛ 5m/s عند 2 s؛ 2.5m/s عند 3 s؛ 1 m/s عند 4 s؛ 0 m/s عند 5 s. علامَ يدلُّ الرسمُ البيانيُّ؟

القسمُ
٢

ما القوَّة؟

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ القوى، ويوضّحُ كيف تؤثّرُ القُوى في الأجسامِ؟
- يُحدّدُ محصّلةَ القوى عندما يخضعُ جسمٌ لأكثرِ من قوَّةٍ واحدة.
- يقارنُ القُوى المتوازنةَ والقُوى غيرَ المتوازنةِ.
- يصفُ كيف تسبِّبُ القُوى غيرُ المتوازنةِ تغيُّرَ الحركةِ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

القوَّة
النيوتن
محصّلةُ القوى

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءة: خلالَ قراءتِكَ لهذا القسم، ضعْ جدولاً لمقارنةِ القوى المتوازنة والقُوى غيرِ المتوازنةِ.

لا يكادُ يمرُّ يومٌ إلاّ وتسمعُ كلمةَ **قوَّة** خلالَ الأحاديثِ اليوميَّةِ. يُقالُ مثلاً أشياءَ مثل «في الاتِّحادِ قوَّة» أو «فريقُنا في كرةِ القدمِ أقوى من ...». لكن ما القوَّةُ بالتحديدِ؟

القوَّةُ Force، في العلوم، هي، بكلِّ بساطةٍ الدفعُ أو الشدُّ. لجميعِ القُوى مقدارٌ واتِّجاهٌ. يمكنُ للقوَّةِ أن تغيِّرَ عجلةَ جسمٍ ما. تكونُ هذه العجلةُ تغيُّرًا في مقدارِ سرعةِ الجسمِ أو في اتِّجاهها. عندما تشاهدُ تغيُّرًا في حركةِ جسمٍ، تؤكِّدُ أنَّ هذا التغيُّرَ في الحركةِ ناتجٌ عن قوَّةٍ ما. للتعبيرِ عن القوَّةِ، يَستخدمُ العلماءُ وحدةً تُسمّى **النيوتن Newton** (N).

قُوًى مؤثِّرةٌ في الأجسامِ

جميعُ القُوى تؤثِّرُ في الأجسامِ. لكي يحصلَ دفعٌ ما، يجبُ أن يخضعَ شيءٌ ما لدفعٍ. لا يمكنُكَ دفعُ لا شيءٍ! والأمرُ نفسُهُ ينطبقُ على الشدِّ. عندَ قيامِكَ بعملٍ مدرسيٍّ، تستخدمُ أصابعَكَ لفتحِ كُتبِكَ بالشدِّ، أو لدفعِ مفاتيحِ لوحةِ مفاتيحِ الحاسوبِ. في هذه الأمثلةِ، تطبِّقُ أصابعُكَ قوًى على الكتبِ وعلى المفاتيحِ. لذا نقولُ إنَّ القوى تؤثِّرُ في الكتبِ وفي المفاتيحِ. يبيِّنُ **الشكلُ ١** مثالاً آخرَ على قوَّةٍ تطبَّقُ على جسمٍ.

من ناحيةٍ أخرى، فإنَّ تطبيقَ قوَّةٍ على جسمٍ لا يعني بالضبطِ أنَّ حركةً سوفَ تحدثُ. تكونُ، مثلاً، جالسًا على كرسيٍّ؛ لكنَّ القوَّةَ التي تطبِّقُها على الكرسيِّ لا تسبِّبُ تحريكَه. لا يتحرَّكُ الكرسيُّ لأنَّ أرضيَّةَ القاعةِ، تطبِّقُ أيضًا قوَّةً على الكرسيِّ.

الشكلُ ١ تطبِّقُ الجرّافةُ قوَّةً على كومةِ الترابِ. لكنَّ كومةَ الترابِ تطبِّقُ أيضًا قوَّةً نتيجةَ وجودِها على الأرضِ!



لايمكنُ رؤيةُ مصادرِ القوةِ ومسبباتِها

ليسَ منَ السهلِ دائمًا القولُ ما الذي يطبِّقُ قوَّةً وما الذي يخضعُ لها، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٢** حيث لايمكنُك أن ترى ما الذي يطبِّقُ قوَّةً تجعلُ وبرَ الهرَّةِ ينتصبُ. كما لا يمكنُكَ رؤيةُ ما الذي يطبِّقُ القوَّةَ التي تشدُّ المغانطَ إلى الثلاّجةِ. ولا يمكنُكَ أيضًا أن ترى كيفَ ينحصرُ الهواءُ المحيطُ بك، قربَ سطحِ الأرضِ بقوَّةٍ تُسمّى قوَّةَ الجاذبيةِ.



الشكلُ ٢ شيءٌ لا تستطيعُ رؤيتَهُ يطبِّقُ قوَّةً تجعلُ وبرَ الهرَّةِ ينتصبُ.

تحديدُ محصِّلةِ القُوى

غالبًا ما يخضعُ الجسمُ لأكثرِ من قوَّةٍ واحدةٍ. **محصِّلةُ القُوى Net force** هي جمعُ كلِّ القُوى المطبَّقةِ على جسمٍ ما. كيف، إذًا، يمكنُك تحديدُ محصِّلةِ القُوى؟ تعتمدُ الإجابةُ على اتِّجاهاتِ القُوى.

القوَّة: شدٌّ أو دفعٌ مطبَّقٌ على جسمٍ ما لتغييرِ حركتِه؛ للقوَّةِ مقدارٌ واتِّجاهٌ.

النيوتن: الوحدةُ الدوليَّةُ للقوَّةِ (الرمز N).

محصِّلةُ القُوى: جمعُ كلِّ القُوى المطبَّقةِ على جسمٍ.
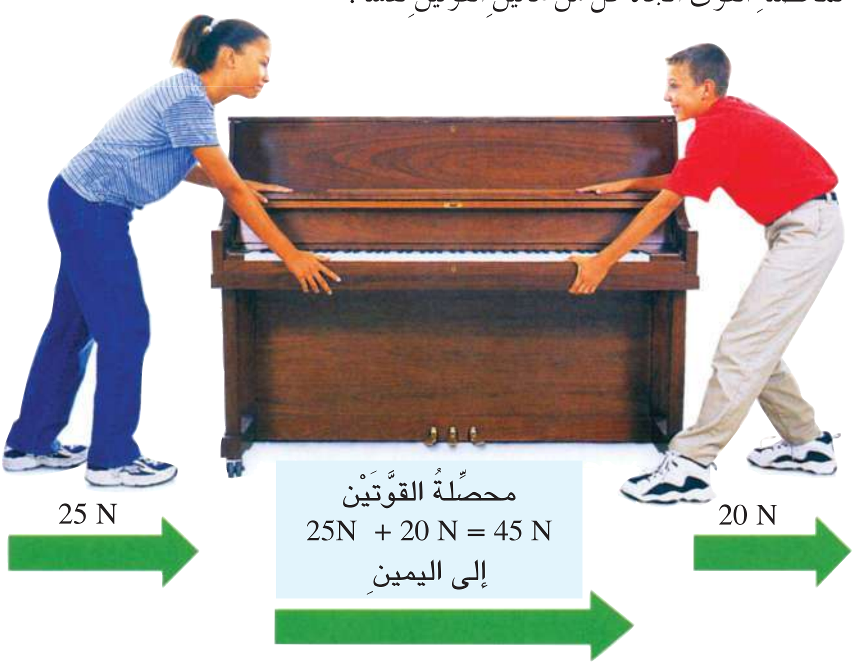
قُوًى لها الاتِّجاهُ نفسُه

افترضْ أنَّ المعلِّمَ يطلبُ إليك وإلى زميلِكَ إزاحةَ الطاولةِ. تشدُّ أحدَ طرفَي الطاولةِ. أمّا زميلُك فيدفعُ الطرفَ الآخرَ، كما يظهرُ في **الشكلِ ٣**. القوَّتانِ اللتانِ طبَّقتَهما مع زميلِكَ على الطاولةِ لهُما الاتِّجاهُ نفسُه. تُجمعُ القوَّتانِ لتحديدِ محصِّلتِهما، لأنَّ القوَّتَينِ مطبَّقتانِ في الاتِّجاهِ نفسِه. في هذه الحالةِ، تكونُ محصِّلةُ القُوى 45N. هذه القوَّةُ كبيرةٌ بما يكفي لإزاحةِ الطاولةِ، إذا كانَ لها دواليبُ، أليسَ كذلك؟

تحقَّقْ

كيف تحدِّدُ محصِّلةَ القُوى المطبَّقةِ على جسمٍ. إذا كانَتْ جميعُ القُوى تؤثِّرُ في الاتِّجاهِ نفسِه؟

الشكلُ ٣ عندَما تؤثِّرُ القوى في الاتِّجاهِ نفسِه، علَيك أن تجمعَ مقاديرَ هذه القوى لتحدِّدَ مقدارَ محصِّلةِ القُوى. سوف يكونُ لمحصِّلةِ القُوى اتِّجاهُ كلٍّ من هاتَينِ القوَّتَينِ نفسُه.





الشكلُ ٤ عندما تؤثِّرُ قوّتان في اتِّجاهَيْن متعاكسَيْن، تطرحُ مقدارَ القوّةِ الصُغرى من مقدارِ القوّةِ الكُبرى، لتحديدِ مقدارِ محصِّلة القوّتَيْن. سيكونُ لمحصِّلةِ القوّتَيْن اتِّجاهُ القوّةِ الكبرى نفسُه.

قُوًى في اتِّجاهاتٍ مختلفةٍ

انظرْ إلى الولدَيْن اللذَين يشدّانِ الحبلَ في **الشكل ٤**. يطبِّقُ كلُّ ولدٍ قوّةً على الحبلِ. لكنَّ للقوَّتَيْنِ اتِّجاهَيْنِ متعاكسَيْنِ. أيُّ ولدٍ سوف يتغلَّبُ في النهايةِ؟ بما أن للقوّتَين اتِّجاهَيْنِ متعاكسَيْنِ، فإننا نجدُ محصِّلةَ القوّتَيْنِ المطبَّقتَيْنِ على الحبل بطرحِ القوّةِ الصغرى من القوّةِ الكبرى. في هذه الحالةِ، تكونُ محصِّلةُ القوّتينِ 2 N، وفي اتِّجاهِ الولدِ الأيمنِ.

تحقَّقْ

ما محصِّلةُ القوى المطبّقةِ على جسمٍ عندَما تطبَّقُ عليه قوّةُ 7 N شمالاً مع قوّةِ 5 N جنوبًا؟

قُوًى متوازنةٌ وقُوًى غيرُ متوازنةٍ

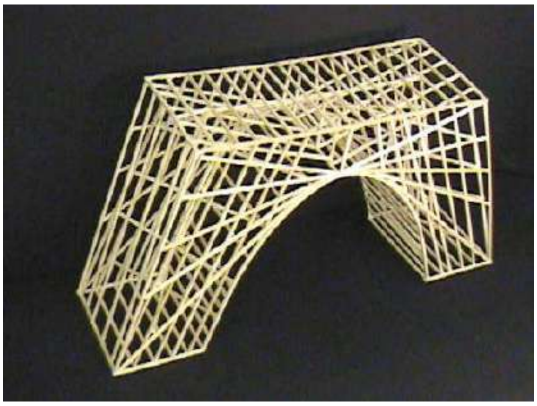
إذا عرفتَ محصِّلةَ القُوى على جسمٍ ما، بإمكانِكَ تحديدُ تأثيرِ محصِّلةِ القوى في حركةِ الجسمِ. لماذا؟ تدلُّكَ محصِّلةُ القوى إن كانتِ القُوى المطبَّقةُ على الجسمِ متوازنةً أم غيرَ متوازنةٍ.

القُوى المتوازنةُ

عندَما ينتُجُ عن القُوى المطبَّقةِ على جسمٍ محصِّلةُ قوى مقدارُها صفرًا، تكونُ القُوى متوازنةً. لا تُسبِّبُ القُوى المتوازنةُ تغيُّرًا في حركةِ الجسمِ المتحرِّكِ. كذلكَ لا تُسبِّبُ القُوى المتوازنةُ تحريكَ جسمٍ ساكنٍ.

يخضعُ كثيرٌ من الأجسامِ المحيطةِ بك لقُوًى متوازنةٍ. المصباحُ المعلَّقُ بسقفِ الغرفةِ، مثلاً، لا يتحرَّكُ. سببُ ذلك توازنُ قوّةِ الجاذبيَّةِ التي تشدُّ المصباحَ إلى الأسفلِ مع قوّةِ الحبلِ التي تشدُّ المصباحَ إلى الأعلى. عشُّ عصفورٍ على شجرةٍ وكتابًا على الطاولةِ هما أيضًا مثالانِ على جسمَيْنِ يخضعانِ لقُوًى متوازنةٍ. يبيِّنُ **الشكلُ ٥** مثالاً على قوى متوازنةٍ.

الشكلُ ٥ بسببِ توازنِ جميعِ القُوى المطبَّقةِ على شكلِ الجسرِ المُكوَّنِ من عيدانِ الخشبِ الرفيعةِ، لا تتحرَّكُ أيٌّ من هذه العيدانِ.



قُوَى غيرُ متوازنة

عندما لا يساوي مقدارُ محصِّلة القُوى المطبَّقةِ على جسم صفرًا، تكونُ هذه القُوى غيرَ متوازنة. ينتجُ عن القُوى غيرِ المتوازنةِ تغيُّرٌ في حركةِ الأجسامِ، كأن يتغيَّرَ مقدارُ السرعةِ أو اتِّجاهُها. القُوى غيرُ المتوازنةِ ضروريَّةٌ لجعلِ الأجسامِ الساكنةِ تتحرَّكُ.

القُوى غيرُ المتوازنةِ ضروريَّةٌ أيضًا لتغييرِ حركةِ أجسامٍ متحرِّكةٍ. مثلاً، كانتِ الكرةُ في **الشكل ٦** متحرِّكةً عندما مُرِّرتْ من لاعبٍ إلى آخرَ. عندما تصلُ الكرةُ إلى اللاعبِ الآخرِ، يطبِّقُ عليها قوَّةً، أي ركلةً عندهَا، تتحرَّكُ الكرةُ في اتِّجاهٍ جديدٍ، وقد يكونُ لها مقدارُ سرعةٍ جديدٌ.

يمكنُ لجسمٍ أن يستمرَّ في حركتِهِ بعدَ إزالةِ القُوى غيرِ المتوازنةِ. عندما تُركلُ الكرةُ، مثلاً، تخضعُ لقُوَى غيرِ متوازنةٍ. تستمرُّ الكرةُ في التدحرجِ على الأرضِ لمسافةٍ طويلةٍ بعد انتهاءِ الركلةِ.



الشكلُ ٦ تتحرَّكُ الكرةُ، لأنَّ اللاعبَينِ يطبِّقانِ عليها قوًى غيرَ متوازنةٍ عندمَا يركلانِها.

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- القوَّةُ دفعٌ أو شدٌ. لكلِّ قوَّةٍ اتِّجاهٌ ومقدارٌ، ويعبَّرُ عنها بالنيوتن (N).
- تُطبَّقُ القوَّةُ من جسمٍ على جسمٍ آخرَ.
- لإيجادِ مقدارِ محصِّلةِ قُوًى، تضافُ مقاديرُ القوى ذاتِ الاتِّجاهِ الواحدِ إلى بعضِها. أما القُوى المتعاكسةُ الاتِّجاهِ فتُطرحُ مقاديرُها من بعضِها.
- لا تُنتِجُ القُوى المتوازنةُ أيَّ تغييرٍ في الحركةِ. أما القوى غيرُ المتوازنةِ فتنتجُ تغييرًا في الحركةِ.

مراجعة المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّحِ المقصودَ بكلٍّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ: **القوَّة** و**محصِّلة القوى**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ مما يلي يمكنُ أن يحدثَ عندما يخضعُ جسمٌ لقُوًى غيرِ متوازنةٍ؟
   أ. يتغيَّرُ اتِّجاهُ حركةِ الجسمِ.
   ب. يتغيَّرُ مقدارُ سرعةِ الجسمِ.
   ج. يبدأُ الجسمُ بالتحرُّكِ.
   د. جميعُ ما وردَ.

٣. وضِّحِ الفرقَ بين القُوى المتوازنةِ والقُوى غيرِ المتوازنةِ.

٤. أعطِ مثالاً على قوًى غيرِ متوازنةٍ تسبِّبُ تغييرَ الحركةِ.

٥. أعطِ مثالاً على جسمٍ يخضعُ لقوًى متوازنةٍ.

٦. وضِّحِ المقصودَ بالجملةِ التاليةِ: «تؤثِّرُ القُوى في الأجسامِ».

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٧. يدفعُ صبيٌّ عربةً بقوَّةِ 6 N شرقًا، وفي الوقتِ نفسِهِ يدفعُ صبيٌّ آخرُ العربةَ بقوَّةِ 4 N شرقًا. ما محصِّلةُ القوَّتَيْنِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٨. **استدلال**: لماذا، عندَ إيجادِ محصِّلةِ القوى، يجبُ أن تعرفَ اتِّجاهَ كلٍّ من القوى المطبَّقةِ على الجسمِ؟

٩. **تطبيقُ مفاهيمَ**: عدِّدْ ثلاثَ قُوًى تطبِّقُها عندما تقودُ درّاجةً هوائيَّةً.

القسمُ ٣

قوَّةُ الاحتكاك

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يُوضِّحُ لماذا يحدثُ الاحتكاكُ.
- يُعدِّدُ نوعَيْ قُوَّةِ الاحتكاكِ، ويعطي أمثلةً على كلِّ نوعٍ.
- يُوضِّحُ فوائدَ قوَّةِ الاحتكاكِ ومضارَّها.

المُفرداتُ والمفاهيم

قوَّةُ الاحتكاك

استراتيجيَّةُ القراءةِ

عصفٌ ذهنيٌّ: الفكرةُ الرئيسةُ في هذا القسم هي قوَّةُ الاحتكاكِ. قمْ بعصفٍ ذهنيٍّ للكلماتِ والجملِ المتعلِّقةِ بقوَّةِ الاحتكاكِ.

خلالَ لعبكَ بالكرةِ، يركلُ زميلُكَ الكرةَ بعيدًا عنك. بدلَ أن تركضَ باتِّجاهِ الكرةِ، تسيرُ نحوَها. لأنَّكَ تعرفُ أنَّ الكرةَ ستتوقَّفُ في النهاية. لكن هل تعرفُ لماذا؟

تعرفُ أنَّ سرعةَ الكرةِ تتناقصُ. ولتغييرِ مقدارِ سرعةِ جسمٍ تلزمُ قوى غيرُ متوازنة. إذًا، ما القوَّةُ التي أوقفتِ الكرةَ؟ تُسمَّى هذه القوَّةُ قوَّةَ الاحتكاكِ. **قوَّةُ الاحتكاك Friction** قوَّةٌ تعاكسُ حركةَ سطحٍ بالنسبةِ إلى سطحٍ آخرَ على تماسٍّ معه. يمكنُ لقوَّةِ الاحتكاكِ أن تتسبَّبَ في إبطاءِ حركةِ جسمٍ، كالكرةِ، وأن توقفَها في النهايةِ.

قوَّةُ الاحتكاك: قوَّةٌ تعاكسُ حركةَ سطحٍ بالنسبةِ إلى سطحٍ آخرَ على تماسٍّ معه.

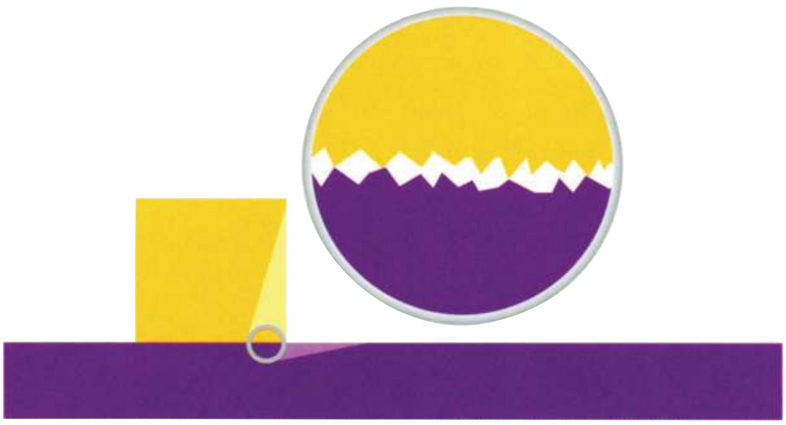
مصدرُ قوَّةِ الاحتكاكِ

يحصلُ الاحتكاكُ لأنَّ كلَّ جسمٍ سطحُه خشنٌ. حتّى السطوحُ التي تبدو ملساء، تكونُ مغطّاةً بنتوءاتٍ وتجاويفَ مجهريَّةٍ. عندما يكونُ سطحانِ متماسَّيْنِ فإنَّ نتوءاتِ أحدِهما وتجاويفَه سوفَ تلتصقُ بنتوءاتِ السطحِ الآخرِ وتجاويفِه، كما هو مبيَّنٌ في **الشكل ١**. يُسبِّبُ هذا التماسُّ قوَّةَ الاحتكاكِ.

يعتمدُ مقدارُ قوَّةِ الاحتكاكِ بينَ سطحَيْنِ على عواملَ عدَّةٍ. من هذه العواملِ قوَّةُ دفعِ السطحَيْنِ أحدِهما نحوَ الآخرِ، وخشونةُ السطحَيْنِ.

تأثيرُ القوَّةِ المطبَّقةِ على قوَّةِ الاحتكاكِ

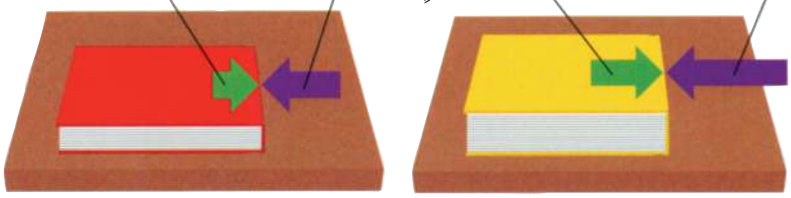
يعتمدُ مقدارُ قوَّةِ الاحتكاكِ على مقدارِ قوَّةِ دفعِ السطحَيْنِ أحدِهما نحوَ الآخرِ. عندما تزدادُ هذه القوَّةُ، تصبحُ نتوءاتُ السطحَيْنِ وتجاويفُهما أكثرَ تقارُبًا. يزيدُ التماسُّ الشديدُ من قوَّةِ الاحتكاكِ بينَ السَّطحَيْنِ. تطبِّقُ الأجسامُ الخفيفةُ الوزنِ قوَّةً نحوَ الأسفلِ أقلَّ مما تطبِّقُهُ الأجسامُ الثقيلةُ الوزنِ، كما يبيِّنُ **الشكل ٢**.



الشكلُ ١ تَنتجُ قوَّةُ الاحتكاكِ عن تلاصقِ النتوءاتِ والتجاويفِ المجهريَّةِ لسطحٍ ما مع نتوءاتِ سطحٍ آخرَ وتجاويفِه.

الشكلُ ٢ القوَّةُ المطبَّقةُ وقوَّةُ الاحتكاكِ

كلّما ازدادَ وزنُ الكتابِ تزدادُ قوَّةُ الاحتكاكِ بين الكتابِ والطاولةِ. لذا تلزمُ قوَّةُ دفعٍ أكبرُ، لإزاحةِ الكتابِ الأثقلِ.



تأثيرُ خشونةِ السطوحِ على قوَّةِ الاحتكاكِ

للسطوحِ الخشنةِ نتوءاتٌ وتجاويفُ مجهريَّةٌ أكبرُ من نتوءاتِ السطوحِ وتجاويفِها الملساءِ. لذلك، كلَّما كانَ السطحُ أخشنَ، يكونُ الاحتكاكُ أكبرَ. مثلاً، تنخفضُ سرعةُ الكرةِ وهي تتدحرجُ على الأرضِ بسببِ الاحتكاكِ بين الكرةِ والأرضِ. يحصلُ احتكاكٌ كبيرٌ نسبيًّا، لأنَّ سطحَ الأرضِ خشنٌ. لكنْ تخيَّلْ أنك تلعبُ الهوكي على الجليدِ. إذا مرَّ القرصُ المطّاطيُّ بعيدًا عنك، فسوفَ ينزلقُ على الجليدِ مسافةً طويلةً قبل أن يتوقَّفَ. يستمرُّ القرصُ في الانزلاقِ لأنَّ سطحَ الجليدِ سطحٌ أملسُ يتسبَّبُ في احتكاكٍ قليلٍ جدًّا.

تحقَّقْ

لماذا يكونُ الاحتكاكُ أكبرَ بين السطوحِ الخشنةِ؟

مختبرٌ سريعٌ

الاحتكاك

١. شكِّلْ، على طاولةٍ، منحدرًا قصيرًا من **قطعةِ كرتونٍ**، ومن **كتابٍ أو كتابَيْنِ**.

٢. ضعْ **سيّارةً لعبةً** عندَ أعلى المنحدرِ، واتركِ السيّارةَ تنطلقُ. عند الضرورةِ، اضبطِ ارتفاعَ المنحدرِ، بحيثُ لا تتخطّى السيّارةُ الطاولةَ وتقعُ عنها.

٣. ضعِ السيّارةَ من جديدٍ عندَ أعلى المنحدرِ، ودعْها تنطلقُ. سجِّلِ المسافةَ التي تقطعُها السيّارةُ على الطاولةِ، بعد تركِها للمنحدرِ.

٤. كرِّرِ الخطوةَ ٣ مرّاتٍ، واحسبْ متوسِّطَ نتائجِك.

٥. غيِّرْ سطحَ الطاولةِ بتغطيتِها **بورقٍ زجاجٍ**. كرِّرِ الخطوتَينِ ٣ و ٤.

٦. غيِّرْ سطحَ الطاولةِ مرَّةً جديدةً بتغطيتِها **بقماشٍ**. كرِّرْ من جديدٍ الخطوتَينِ ٣ و ٤.

٧. أيُّ سطحٍ له قوَّةُ احتكاكٍ أكبرُ؟ لماذا؟ ماذا تتوقَّعُ أن يحصلَ، لو كانَ وزنُ السيّارةِ أكبرَ؟

نوعا الاحتكاك

هناك نوعانِ من الاحتكاكِ. يُسمّى الاحتكاكُ الذي تلاحظُهُ عندَما تنزلقُ الكتبُ على المنضدةِ الاحتكاكَ الحركيَّ. والنوعُ الآخرُ من الاحتكاكِ هو الاحتكاكُ السكونيُّ. تلاحظُ الاحتكاكَ السكونيَّ عندَما تدفعُ قطعةَ أثاثٍ ولا تتحرَّكُ.

الاحتكاكُ الحركيُّ

الاحتكاكُ الحركي كما يدلُّ اسْمُهُ، احتكاكٌ بين سطوحٍ متحرِّكةٍ. يعتمدُ مقدارُ قوَّةِ الاحتكاكِ بين سطحَيْنِ متحرِّكَيْنِ على كيفيَّةِ تحرُّكِهما. يمكنُ لسطحٍ أن ينزلقَ على سطحٍ آخرَ، أو يتدحرجَ عليه. تكونُ قوَّةُ الاحتكاكِ الحركيِّ الانزلاقيِّ عادةً أكبرَ من قوَّةِ الاحتكاكِ الحركيِّ التدحرجيِّ. لذلك تكونُ إزاحةُ جسمٍ على دواليبَ أسهلَ من إزاحتِهِ بجعلِهِ ينزلقُ على سطحِ الأرضِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكل ٣**.

الاحتكاكُ الحركيُّ مفيدٌ جدًّا في حياتِنا اليوميَّةِ. أنت تستخدمُ الاحتكاكَ الحركيَّ عندما تضغطُ على مكابحِ درّاجتِكَ الهوائيَّةِ، وعندما تكتبُ بقلمِكَ أو بقطعةِ طباشيرَ. وتستخدمُ الاحتكاكَ الحركيَّ عندَما تحكُّ جزءًا من جسدِكَ.

الاحتكاكُ الحركيُّ التدحرجيُّ جزءٌ مهمٌّ من معظمِ وسائطِ النقلِ. أيُّ شيءٍ يتحرَّكُ على دواليبَ، من درّاجاتٍ هوائيَّةٍ، ومزاليجَ على دواليبَ، وسيّاراتٍ، وقطاراتٍ، وطائراتٍ، يستخدمُ الاحتكاكَ الحركيَّ التدحرجيَّ.

نشاطٌ منزليٌّ

مقارنةُ الاحتكاكِ

اطلبْ إلى فردٍ من أُسرتِكَ أن يجلسَ على أرضِ البيتِ. حاولْ أن تدفعَهُ عبرَ الغرفةِ. ثم اطلبْ إليه أن يجلسَ على كرسيٍّ متحرِّكٍ له دواليبُ، وأن يرفعَ رجليهِ عن الأرضِ. حاولْ أن تدفعَ الكرسيَّ وعليه الفردُ عبرَ الغرفةِ. إذا لم يكنْ لديكَ كرسيٌّ متحرِّكٌ، حاولْ أن تدفعَ الشخصَ على أنواعٍ مختلفةٍ من تغطياتِ أرضِ الغرفةِ. علِّلْ وجودَ فرقٍ بين المحاولتَيْنِ.

تحقَّقْ

ما الفرقُ بين الاحتكاكِ السكونيِّ والاحتكاكِ الحركيِّ؟

الشكلُ ٣ مقارنةُ احتكاكَيْنِ حركيَّيْنِ

أ تحريكُ قطعةِ أثاثٍ في غرفتِكَ عملٌ صعبٌ، لأنَّ **قوَّةَ الاحتكاكِ الحركيِّ الانزلاقيِّ كبيرةٌ**.



ب يصبحُ تحريكُ قطعةِ أثاثٍ سهلاً إذا وُضعَتْ على دواليبَ. **تكونُ قوَّةُ الاحتكاكِ الحركيِّ التدحرجيِّ أصغرَ**، ويسهلُ عندَها التغلُّبُ عليها.



الشكلُ ٤ الاحتكاكُ السكونيُّ



أ لا توجدُ قوّةُ احتكاكٍ بين الصندوقِ والطاولةِ، في حالِ عدمِ وجودِ قوّةِ دفعٍ أو شدٍّ مطبّقةٍ على الصندوقِ.

ب عندَ تطبيقِ قوّةٍ صغيرةٍ (السهمِ الأرجوانيّ) على الصندوقِ، لا يتحرَّكُ الصندوقُ. تعادلُ قوّةُ الاحتكاكِ السكونيِّ (السهمُ الأخضرُ) القوّةَ المطبّقةَ.

ج عندَما تكونُ القوّةُ المطبّقةُ أكبرَ من قوّةِ الاحتكاكِ السكونيّ، يبدأُ الصندوقُ بالتحرُّكِ، فيحلُّ محلَّ الاحتكاكِ السكونيِّ احتكاكٌ حركيٌّ (السهمُ الأخضرُ) يعاكسُ القوّةَ المطبّقةَ.

الاحتكاكُ السكونيُّ

عندَما تطبَّقُ قوّةٌ على جسمٍ ولا تتسبَّبُ في تحريكِه، يحصلُ **احتكاكٌ سكونيٌّ**. كلمةُ ساكنٍ تعني «لا يتحرَّك». لا يتحرّكُ الجسمُ، لأنَّ قوّةَ الاحتكاكِ السكونيِّ تعادلُ القوّةَ المطبَّقةَ. يمكنُ التغلُّبُ على الاحتكاكِ السكونيِّ بتطبيقِ قوّةٍ مقدارُها كافٍ. في اللحظةِ التي يبدأُ فيها الجسمُ بالتحرُّكِ، يختفي الاحتكاكُ السكونيُّ، ليحلَّ محلَّهُ مباشرةً الاحتكاكُ الحركيُّ. يبيِّنُ **الشكلُ ٤** الشروطَ التي يؤثِّرُ تحتَها الاحتكاكُ السكونيُّ في جسمٍ.

تحقّق

ماذا تعني كلمةُ **ساكنٍ**؟

فوائدُ الاحتكاكِ ومضارُّه

فكِّرْ كيف يؤثِّرُ الاحتكاكُ في سيّارةٍ. من دونِ احتكاكٍ، لن تستطيعَ الإطاراتُ وهي تستندُ إلى الأرض، أن تدفعَ السيّارةَ لتحريكِها إلى الأمامِ، ولا يمكنُ للمكابحِ أن توقفَ السيّارةَ. من دونِ احتكاكٍ، تكونُ السيّارةُ غيرَ مفيدةٍ. لكنَّ الاحتكاكَ يولِّدُ مشكلاتٍ في السيّارةِ. الاحتكاكُ بين الأجزاءِ المتحرِّكةِ للمحرِّكِ يرفعُ درجةَ حرارتِها، ويتسبَّبُ في حتِّها. يُضافُ سائلٌ مبرِّدٌ إلى المحرِّكِ لمنعِ الارتفاعِ المفرطِ في درجةِ الحرارةِ، فلا يعودُ هناكَ اضطرارٌ إلى تبديلِ الأجزاءِ التالفةِ من المُحرِّكِ.

الاحتكاكُ مفيدٌ ومضرٌّ لك ولكلِّ ما يحيطُ بك. يمكنُ للاحتكاكِ أن يُحدثَ ثقوبًا في جواربِك وفي ملابسِك. الاحتكاكُ بواسطةِ الهواءِ والماءِ يتسبَّبُ في حتِّ التربةِ التي تغذّي النباتاتِ. من جهةٍ أخرى، لابُدَّ من الاحتكاكِ بين قلمِك والورقةِ لكي يتركَ القلمُ علامةً. من دونِ قوى الاحتكاكِ، سوف تنزلقُ وتقعُ عندَما تحاولُ السيرَ. قد تكونُ قُوى الاحتكاكِ مفيدةً وقد تكونُ مضرَّةً. نحتاجُ أحيانًا إلى زيادةِ قوّةِ الاحتكاكِ، وإلى خفضِها أحيانًا أُخرى.

رابطٌ دراساتٌ اجتماعيّةٌ

اختراعُ الدولابِ

اكتشفَ علماءُ الآثارِ أن استخدامَ أوَّلِ عربةٍ ذاتِ دواليبَ استُخدِمَت في العراقِ القديمِ في الفترةِ ما بينَ ٣٠٠٠ و ٣٥٠٠ سنةٍ قبلَ الميلادِ. قبلَ اختراعِ الدولابِ كانت الألواحُ والزلّاجاتُ تُستخدمُ لنقلِ الأحمالِ. اكتبْ فقرةً تذكرُ فيها كيفَ ستكونُ حياتُك مختلفةً في عالمٍ بلا دواليبَ.

وسائلُ لخفضِ قوّةِ الاحتكاكِ

إحدى الوسائلِ لتخفيضِ قوّةِ الاحتكاكِ استخدامُ موادِّ التشحيمِ. **موادُّ التشحيمِ** موادٌّ توضعُ على السطوحِ لتخفيضِ قوى الاحتكاكِ بينَها. من الأمثلةِ على موادِّ التشحيمِ الشائعةِ زيتُ المحرِّكِ، والشمعُ، والشحمُ. تكونُ موادُّ التشحيمِ في العادةِ سائلةً، وقد تكونُ صلبةً أو غازيَّةً. الهواءُ، الذي يخرجُ منَ الثقوبِ الصغيرةِ للمضمارِ الهوائيِّ في المختبرِ، مثالٌ على مادةِ تشحيمٍ غازيّةٍ. يبيِّنُ **الشكلُ ٥** أحدَ استخداماتِ موادِّ التشحيمِ.

يمكنُ أيضًا تخفيضُ قُوى الاحتكاكِ بالانتقالِ من الاحتكاكِ الحركيِّ الانزلاقيِّ إلى الاحتكاكِ الحركيِّ التدحرجيِّ. فالكريّاتُ المعدنيَّةُ، الموضوعةُ بين الدواليبِ والمحاورِ في المزلّجاتِ ذاتِ الدواليبِ وفي الدرّاجاتِ الهوائيَّةِ، تسهِّلُ دورانَ الدواليبِ مع قوّةِ احتكاكٍ ضعيفةٍ.

توجدُ أيضًا طريقةٌ أخرى لتخفيضِ قوّةِ الاحتكاكِ، بجعلِ السطوحِ التي يحتكُّ أحدُها بالآخرِ أكثرَ نعومةً. المَقعدُ الخشبيُّ الخشنُ في الحديقةِ، يكونُ، على سبيلِ المثالِ، موجعًا عندَما تنزلقُ عليه بسببِ وجودِ قوّةِ احتكاكٍ كبيرةٍ بينَكَ وبينَ المقعدِ. إنَّ حفَّ المقعدِ بورقِ زجاجٍ يجعلُهُ ناعمًا وأكثرَ راحةً عند الجلوسِ عليه. تشعرُ بالراحةِ لأنَّ قوّةَ الاحتكاكِ بينَكَ وبين المقعدِ قد ضعُفَت.



مختبرٌ سريعٌ

خفضُ الاحتكاكِ

١. كدِّسْ كتابَينِ أو ثلاثةَ **كتبٍ ثقيلةٍ** على طاولةٍ. ادفعْ بإصبعٍ واحدةٍ الكتبَ عبرَ الطاولةِ.

٢. ضعْ **خمسةَ أقلامٍ أسطوانيَّةٍ** تحتَ الكتبِ. ثمَّ ادفعِ الكتبَ من جديدٍ.

٣. قارنِ القوَّةَ المستخدمةَ في الخطوةِ ١ مع القوَّةِ المستخدمةِ في الخطوةِ ٢. وضِّحْ مقارنتَك.

٤. افتحْ غطاءَ **مرطبانٍ** بيدَيْك، وأغلقْهُ من جديدٍ.

٥. انثرْ على يدَيكَ كمِّيّةً ضئيلةً من **صابونٍ سائلٍ**.

٦. حاولْ من جديدٍ فتحَ المرطبانِ. هل فتحُ المرطبانِ أسهلُ مع الصابونِ أم أصعبُ؟ وضِّحْ ملاحظتَك.

٧. في أيِّ وضعيَّةٍ كانَتْ قوَّةُ الاحتكاكِ مفيدةً؟ في أيِّ وضعيَّةٍ كانت قوَّةُ الاحتكاكِ مضرَّةً؟

تحقَّقْ

عدِّدْ ثلاثةَ أنواعٍ من موادِّ التشحيمِ الشائعةِ.

الشكلُ ٥ عندَما تقومُ بصيانةِ درّاجتِكَ الهوائيَّةِ، انتبهْ إلى الجنزيرِ! يمكنُ أن تلوِّثَ يدَيكَ بالشحمِ أو الزيتِ الذي يحافظُ على حالةِ الجنزيرِ خلالَ دورانِه. من دونِ هذا الشحمِ، فإنَّ الاحتكاكَ بينَ أجزاءِ الجنزيرِ وأسنانِ القُرصِ سوف يحتُّ الجنزيرَ ويتلفُه.

وسائلُ لزيادةِ قوَّةِ الاحتكاكِ

من وسائل زيادةِ قوَّةِ الاحتكاكِ جعلُ السطوحِ خشنةً. فرشُّ الرملِ على الطرقِ المُغطّاةِ بالجليدِ، مثلاً، يمنعُ السيّاراتِ من الانزلاقِ. وأحيانًا يرتدي لاعبو كرةِ المضربِ قفّازاتٍ منسوجةً خصِّيصًا لزيادةِ قوَّةِ الاحتكاكِ بينَ اليدَيْنِ والمضربِ لئلاّ ينزلقَ المضربُ من يدي اللاعبِ.

وسيلةٌ أخرى لزيادةِ قوَّةِ الاحتكاكِ، هي زيادةُ القوَّةِ الدافعةِ للسطحَيْنِ أحدِهما نحوَ الآخرِ. إذا أردْتَ، مثلاً، حفَّ قطعةِ خشبٍ بورقِ زجاجٍ، يمكنُكَ أن تحفَّ الخشبَ بسرعةٍ أكبرَ عندمَا تضغطُ بقوَّةٍ أكبرَ. الضغطُ بقوَّةٍ يزيدُ قوَّةَ دفعِ ورقِ الزجاجِ والخشبِ أحدِهما نحوَ الآخرِ. تزدادُ، بالتالي، قوَّةُ الاحتكاكِ بين ورقِ الزجاجِ والخشبِ. يبيِّنُ **الشكلُ ٦** مثالاً آخرَ على زيادةِ قوَّةِ الاحتكاكِ بالضغطِ على الجسمِ.



الشكلُ ٦ قد ينفرُ البعضُ من تنظيفِ الأوعيةِ الوسخةِ. للقيامِ بهذا العملِ بسرعةٍ، اضغطْ على قطعةِ التنظيفِ لزيادةِ قوَّةِ الاحتكاكِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- قوَّةُ الاحتكاكِ قوَّةٌ تعاكسُ اتِّجاهَ الحركةِ.
- تنتجُ قوَّةُ الاحتكاكِ عن نتوءاتٍ وتجاويفَ مجهريَّةٍ على سطحَيْ جسمَيْنِ متماسَّيْنِ.
- يعتمدُ مقدارُ قوَّةِ الاحتكاكِ على عواملَ عدَّةٍ، كخشونةِ الأسطحِ وقوَّةِ دفعِ الأسطحِ بعضِها نحوَ بعضٍ.
- يوجدُ نوعانِ من قوَّةِ الاحتكاكِ هما: الاحتكاكُ السكونيُّ والاحتكاكُ الحركيُّ.
- يمكنُ لقوَّةِ الاحتكاكِ أن تكونَ مفيدةً وأن تكونَ مضرَّةً.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّح المقصودَ بالمفردةِ التاليةِ: قوَّةُ الاحتكاكِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. لماذا يسهلُ الانزلاقُ عندمَا تكونُ أرضُ الغرفةِ مبلَّلةً بالماءِ؟
   أ. الماءُ يخفِّضُ الاحتكاكَ بين قدمَيْكَ وأرضِ الغرفةِ.
   ب. يتغيَّرُ الاحتكاكُ بينَ قدمَيْكَ وأرضِ الغرفةِ، من الاحتكاكِ الحركيِّ إلى الاحتكاكِ الساكنِ.
   ج. يزيدُ الماءُ قوَّةَ الاحتكاكِ بينَ قدمَيْكَ وأرضِ الغرفةِ.
   د. يتغيَّرُ الاحتكاكُ بينَ قدمَيْكَ وأرضِ الغرفةِ من الاحتكاكِ الحركيِّ الانزلاقيِّ إلى الاحتكاكِ الحركيِّ التدحرجيِّ.

٣. وضِّح لماذا تنشأُ قوَّةُ الاحتكاكِ.

٤. كيف تؤثِّرُ خشونةُ سطحَيْنِ متماسَّيْنِ في قوَّةِ الاحتكاكِ بينَهُما؟

٥. كيف تؤثِّرُ القوَّةُ الدافعةُ لسطحَيْنِ أحدِهما نحوَ الآخرِ في قوَّةِ الاحتكاكِ بينَهما.

٦. سمِّ وسيلتَيْنِ نستطيعُ بواسطتِهما أن نزيدَ قوَّةَ الاحتكاكِ.

٧. عدِّدْ نوعَيِ الاحتكاكِ، وأعطِ مثالاً على كلِّ نوعٍ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٨. لماذا، في رأيِكَ، ألصقَتْ بالإسفنجةِ المُبيَّنةِ أدناه طبقةٌ من البلاستيكِ الخشنِ؟



تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ**: اذكر طريقتَيْنِ يتبيَّنُ منهُما أنَّ قوَّةَ الاحتكاكِ ضارَّةٌ، وشيئَين يتبيَّنُ منهُما أنَّ قوَّةَ الاحتكاكِ مفيدةٌ، خلالَ قيادتِكَ للدرّاجةِ.

١٠. **استدلال**: صفْ حالةً يكونُ فيها الاحتكاكُ السكونيُّ مفيدًا.

القسمُ
٤

الجاذبيَّة

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ قوَّةَ الجاذبيَّةِ وتأثيرَها في المادَّة.
- يُوضِّحُ قانونَ الجاذبيَّةِ العامَّ.
- يصفُ الفرقَ بينَ الكُتلةِ والوزنِ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

قوَّةُ الجاذبيَّة

الوزن

الكُتلة

استراتيجيَّةُ القراءةِ

التَّلخيصُ الثنائيّ: اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. شكِّلْ ثنائيًّا. تناوبْ مع زميلِك على تلخيصِ المادَّة. توقَّفا لمناقشةِ الأفكارِ التي تبدو غامضةً.

هل صدفَ أن شاهدْتَ فيلمًا عن روّادِ فضاءٍ على سطحِ القمرِ؟ إنَّهم يقفزونَ هنا وهناك ككراتِ الشاطئِ، بالرغمِ من ارتدائِهم ملابسَ فضاءٍ ضخمةٍ. لِمَ القفزُ على سطحِ القمرِ أسهلُ من القفزِ على سطحِ الأرضِ؟

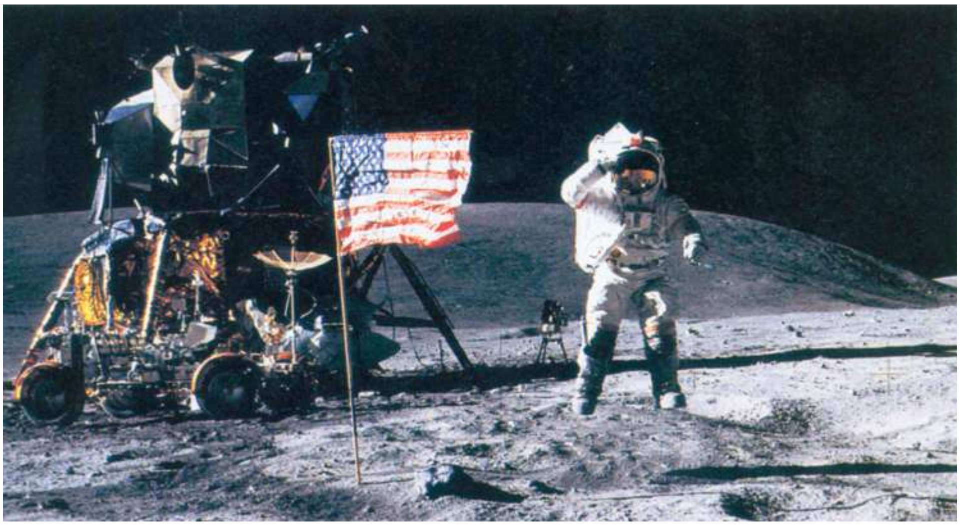
الإجابةُ هي الجاذبيَّة. **الجاذبيَّةُ** Gravity قوَّةُ تجاذبٍ بينَ الأجسامِ، تنتجُ عن كُتلِها. يمكنُ لقوَّةِ الجاذبيَّةِ أن تُغيِّرَ حركةَ جسمٍ بتغييرِ مقدارِ سرعتِه، أو اتِّجاهِ حركتِه، أو الاثنَين معًا. سوف تتعلَّمُ في هذا القسمِ عن الجاذبيَّةِ وتأثيراتِها في الأجسامِ، كما حصلَ لرائدِ الفضاءِ في **الشكلِ ١**.

الجاذبيَّة: قوَّةُ تجاذبٍ بينَ الأجسامِ، تنتجُ عن كُتلِها.

تأثيراتُ الجاذبيَّةِ في المادَّةِ

لجميعِ الموادِّ كُتلٌ. تنتجُ قوَّةُ الجاذبيَّةِ عن الكتلةِ، لذلك، تتأثَّرُ جميعُ الموادِّ بقوَّةِ الجاذبيَّةِ. هذا يعني أنَّ جميعَ الأجسامِ تخضعُ لقُوى تجاذبٍ من قِبلِ جميعِ الأجسامِ الأخرى. تشدُّ قوَّةُ الجاذبيَّةِ هذه الأجسامَ بعضَها نحوَ بعضٍ. أنتَ الآن، وبسببِ قوَّةِ الجاذبيَّةِ، مشدودٌ نحوَ هذا الكتابِ، ونحوَ القلمِ، ونحوَ كلِّ شيءٍ يحيطُ بك.

في الوقتِ نفسِه، تكونُ هذه الأجسامُ مشدودةً إليكَ ومشدودًا بعضُها نحوَ بعضٍ بسببِ قوَّةِ الجاذبيَّةِ. لكن، لِمَ لا تستطيعُ مشاهدةَ تأثيراتِ هذا التجاذبِ؟ بمعنى آخر، لِمَ لا تشاهدُ هذه الأجسامَ يتحرَّكُ بعضُها نحوَ بعضٍ؟ السببُ هو أنَّ كُتلَ هذه الأجسامِ أصغرُ بكثيرٍ من أن تُسبِّبَ قوَّةً كافيةً لتحريكِ الأجسامِ بعضَها نحوَ بعضٍ. لكنَّك متآلفٌ مع جسمٍ كُتلتُهُ كبيرةٌ، يتسبَّبُ في تجاذبٍ ملحوظٍ: إنَّه الأرضُ.



الشكلُ ١ روّادُ الفضاءِ الذين أقَلَّتْهُمُ المركبةُ أبولو، اتَّخذَ مشيُهم على سطحِ القمرِ شكلَ قفزاتٍ، لأنَّ جاذبيَّةَ القمرِ أقلُّ من جاذبيَّةِ الأرضِ.

مقدارُ قوَّةِ جاذبيَّةِ الأرض

للأرض كُتلةٌ ضخمةٌ مقارنةً بجميعِ الأجسامِ التي تحيطُ بك. لذلك تكونُ قوَّةُ جاذبيَّةِ الأرض كبيرةً جدًّا. عليكَ أن تطبِّقَ قوَّةً لتتغلَّبَ على قوَّةِ الجاذبيَّةِ الأرضيَّة، في كلِّ مرَّةٍ تحاولُ فيها رفعَ أجسام، أو حتّى أجزاءٍ من جسمِك.

تشدُّ قوَّةُ جاذبيَّةِ الأرض كلَّ شيءٍ نحوَ مركزِ الأرض. بسببِ هذه القوَّة، تبقى الكتبُ، والطاولاتُ، والكراسيُّ في مكانِها. وحين تُفلتُ الأجسامُ تقعُ نحوَ الأرضِ بدلاً من أن يتحرَّكَ بعضُها نحوَ بعضٍ أو نحوَك.

نيوتُن ودراسةُ الجاذبيَّةِ

طرحَ الإنسانُ خلالَ آلافِ السنين سؤالَين هما: لماذا تقعُ الأجسامُ دائمًا نحوَ الأرض؟ وما الذي يجعلُ الكواكبَ تحافظُ على حركتِها؟ عولجَ السؤالانِ بشكلٍ منفصلٍ حتى عام ١٦٦٥، حينَ أدركَ عالِمٌ بريطانيٌّ يُدعى إسحق نيوتُن أنَّهما جزءانِ من السؤالِ نفسِه.

رَبطَ نيوتن السؤالَيْن عندَما راقبَ وقوعَ تفّاحة، كما يُظهرُ **الشكلُ ٢**. كانَ نيوتُن يعرفُ أنَّ تحريكَ الأجسامِ تلزمُهُ قُوًى غيرُ متوازنة. استنتجَ من ذلك أنَّ قوَّةً جعلَتِ التفّاحةَ تقعُ. وبرَّرَ أيضًا أنَّ قوَّةً غيرَ متوازنةٍ تجعلُ القمرَ يتحرَّكُ دائريًّا حولَ الأرض. طرحَ نيوتُن أنَّ هاتَيْنِ القوَّتَينِ هما في الحقيقةِ القوَّةُ نفسُها، وهي قوَّةُ تجاذبٍ تُسمّى **قوَّةَ الجاذبيَّةِ**.

اختصرَ نيوتن أفكارَهُ عن الجاذبيَّةِ بقانونٍ يُعرفُ الآنَ بـ **قانونِ الجاذبيَّةِ العامِّ**. يصفُ هذا القانونُ العلاقةَ بينَ قوَّةِ الجاذبيَّة، والكُتلة، والمسافةِ. يُنعتُ القانونُ **بالعامِّ** لأنَّهُ يطبَّقُ على جميعِ الأجسامِ في الكونِ.

رابطُ علمِ الأحياء

البذورُ والجاذبيَّةُ

تستجيبُ البذورُ للجاذبيَّةِ الأرضيَّة. تتسبَّبُ هذه الاستجابةُ في جعلِ البذورِ تمدُّ جذورَها نحوَ الأسفلِ وتدفعُ الجزءَ الأخضرَ منها نحوَ الأعلى. لكنَّ العلماءَ لا يفهمون كيف يمكنُ للبذورِ أن تتحسَّسَ الجاذبيَّةَ. خطِّطْ تجربةً لتدرسَ كيف تستجيبُ البذورُ للجاذبيَّةِ. بعدَ الحصولِ على موافقةِ معلِّمِك، نفِّذْ تجربتَك، واعرضْ ملاحظاتِك على ملصق.

تحقَّقْ

لماذا ينبغي أن تطبِّقَ قوَّةً لالتقاطِ جسم؟



الشكلُ ٢ أدركَ إسحق نيوتُن أنَّ القوَّةَ نفسَها تؤثِّرُ في حركتَيِ القمرِ والتفّاحةِ.

قانونُ الجاذبيَّةِ العامِّ

ينصّ قانونُ الجاذبيّةِ العامُّ على ما يلي: جميعُ الأجسامِ في الكونِ يجذبُ الواحدُ منها الآخرَ من خلالِ قوّةِ الجاذبيّةِ. يعتمدُ مقدارُ تلكَ القوّةِ على كُتلِ الأجسامِ والمسافةِ بينَها. يسهلُ استيعابُ القانونِ إذا درستَهُ في جزءَيْنِ.

الجزءُ ١: ازديادُ قوّةِ الجاذبيّةِ مع ازديادِ الكُتلةِ

تخيلّ فيلاً وهرًّا. بما أنّ للفيلِ كُتلةً أكبرَ بكثيرٍ من كُتلةِ الهرِّ، فإنّ الجاذبيّةَ بينَ الفيلِ والأرضِ ستكونُ أكبرَ بكثيرٍ من الجاذبيّةِ بينَ الهرِّ والأرضِ. هذا يعني أنّ الهرَّ يستطيعُ القفزَ مرتفعًا بسهولةٍ أكثرَ بكثيرٍ من الفيلِ! وهناك أيضًا جاذبيّةٌ بين الهرِّ والفيلِ، لكنَّ هذه القوّةَ ضعيفةٌ جدًّا لأنّ كُتلتَيِ الهرِّ والفيلِ أصغرُ بكثيرٍ من كُتلةِ الأرضِ. يوضِّحُ **الشكلُ ٣** العلاقةَ بين الكُتلةِ وقوّةِ الجاذبيّةِ.

يوضّحُ أيضًا هذا الجزءُ من القانونِ العامِّ للجاذبيّةِ لماذا يقفزُ روّادُ الفضاءِ خلالَ سَيرِهم على سطحِ القمرِ. للقمرِ كُتلةٌ أقلُّ بكثيرٍ من كُتلةِ الأرضِ. لذلك، تكونُ قوّةُ جاذبيّةِ القمرِ أقلَّ من قوّةِ جاذبيّةِ الأرضِ. يقفزُ روّادُ الفضاءِ على سطحِ القمرِ لأنّهم غيرُ مشدودين إلى سطحِ القمرِ بالقوّةِ نفسِها التي تشدُّهم إلى سطحِ الأرضِ.

رابطُ علمِ الفلكِ

الثقوبُ السوداءُ

كُتلةُ الثقوبِ السوداءِ تكبُرُ كُتلةَ شمسِنا بأربعِ مرّاتٍ إلى مليارِ مرّةٍ. لذلك تكونُ تأثيراتُ الجاذبيّةِ حولَ ثقبٍ أسودَ كبيرةً جدًّا. إن قوّةَ جاذبيّةِ ثقبٍ أسودَ كبيرةٌ، بحيثُ أنّ كلَّ جسمٍ يدخلُه لا يستطيعُ الخروجَ منه. حتى الضوءُ لا يستطيعُ الإفلاتَ من ثقبٍ أسودَ. بما أنّ الثقوبَ السوداءَ لا تبثُّ الضوءَ، فلا يمكنُ رؤيتُها. ابحث كيفَ يمكنُ للعلماءِ أن يحدِّدوا مواقعَ الثقوبِ السوداءِ، من دونِ مشاهدتِها. اكتبْ مقالةً في صفحةٍ تفصِّلُ فيها نتائجَ أبحاثِك.

تحقَّقْ

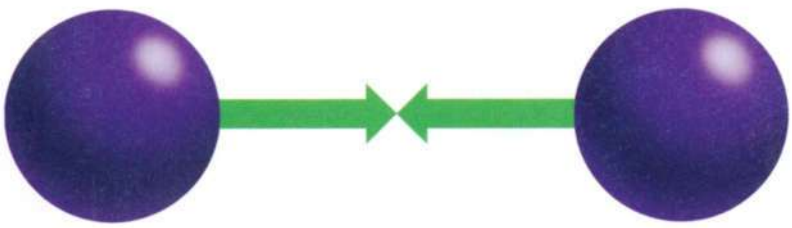
كيف تؤثِّرُ الكُتلةُ في قوّةِ الجاذبيّةِ؟

الشكلُ ٣ كيف تؤثِّرُ الكُتلةُ في قوّةِ الجاذبيّةِ

تزدادُ قوّةُ الجاذبيّةِ بين جسمَيْنِ عندَما تزدادُ كُتلتاهُما. تدلُّ الأسهمُ على قوّةِ الجاذبيّةِ بين جسمَيْنِ. ويدلُّ طولُ السهمِ على مقدارِ القوّةِ.



أ تكونُ قوّةُ الجاذبيّةِ ضعيفةً بينَ جسمَيْنِ لهُما كُتلتانِ صغيرتانِ.



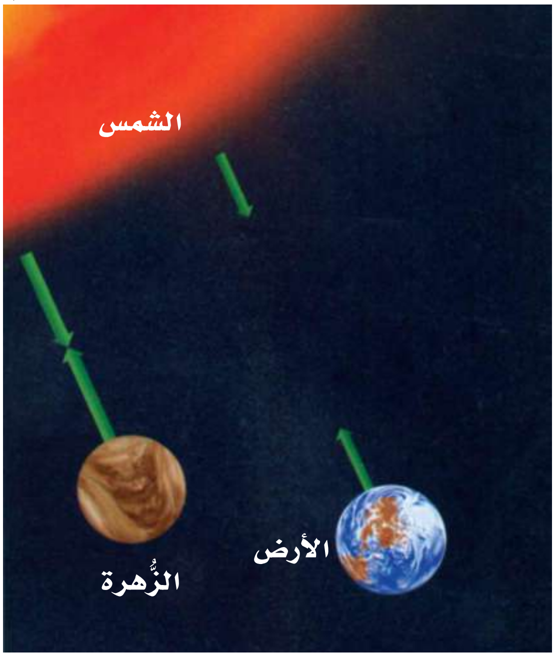
ب تكونُ قوّةُ الجاذبيّةِ كبيرةً بينَ جسمَينِ حينَ تكونُ كتلةُ أحدِهما أو كُتلتا الاثنَيْنِ كبيرتَيْنِ.

الجزءُ ٢ : تناقصُ قوَّةِ الجاذبيَّةِ مع ازديادِ المسافة

قوَّةُ الجاذبيَّةِ بينَكَ وبينَ الأرضِ كبيرةٌ. كيفما قفزْتَ نحوَ الأعلى، فإنَّ قوَّةَ جاذبيَّةِ الأرضِ تشدُّكَ، وتعيدُكَ إلى الأسفل. من جهةٍ أخرى، كُتلةُ الشمسِ تساوي تقريبًا ٣٠٠٠٠٠ مرَّةٍ من كُتلةِ الأرض. لماذا إذًا لا تؤثِّرُ الشمسُ عليكَ بقوَّةِ جاذبيَّةٍ أكبرَ من تلكَ التي تؤثِّرُ بها الأرضُ عليك؟ السببُ هو أنَّ الشمسَ بعيدةٌ جدًّا.

أنتَ موجودٌ على بُعدِ حوالي ١٥٠ مليونَ كيلومترٍ من الشمس. على هذه المسافة، تكونُ قوَّةُ الجاذبيَّةِ بينَكَ وبينَ الشمسِ صغيرةً جدًّا. إذا كانَ هناك من طريقةٍ لكي تقفَ على سطحِ الشمس، سيكونُ من المستحيلِ أن تتحرَّكَ. سوف تكونُ قوَّةُ الجاذبيَّةِ المطبَّقةُ عليكَ كبيرةً بحيث أنَّكَ لا تستطيعُ تحريكَ أيِّ جزءٍ من جسمِك!

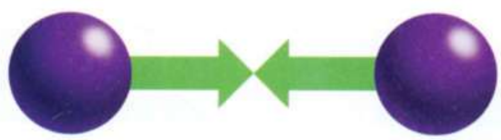
بالرغمِ من ضعفِ قوَّةِ جاذبيَّةِ الشمسِ المؤثِّرةِ في جسمِكَ، فإنَّ قوَّةَ جاذبيَّةِ الشمسِ المؤثِّرةِ في الأرضِ وفي الكواكبِ الأخرى كبيرةٌ، كما يبيِّنُ **الشكلُ ٤**. إن قوَّةَ الجاذبيَّةِ بين الشمسِ والكواكبِ كبيرةٌ، لأنَّ لهذه الأجسامِ كُتلاً كبيرةً. إذا لم يكنْ لقوَّةِ جاذبيَّةِ الشمسِ هذا التأثيرُ في الكواكب، فإنَّ الكواكبَ لن تبقى على مداراتِها حولَ الشمس. يبيِّنُ **الشكلُ ٥** العلاقةَ بينَ قوَّةِ الجاذبيَّةِ والمسافة.



الشكلُ ٤ لكوكبَي الزهرةِ والأرضِ الكُتلةُ نفسُها تقريبًا. لكن لأنَّ الزهرةَ أقربُ إلى الشمسِ من الأرض، فإن قوَّةَ الجاذبيَّةِ بينَ الزهرةِ والشمسِ أكبرُ من قوَّةِ الجاذبيَّةِ بينَ الأرضِ والشمس.

الشكلُ ٥ كيف تؤثِّرُ المسافةُ في قوَّةِ الجاذبيَّةِ

تتناقصُ قوَّةُ الجاذبيَّةِ بينَ الأجسامِ، عندَما تزدادُ المسافةُ بينَها. يدلُّ السهمُ على شدَّةِ قوَّةِ الجاذبيَّةِ بينَ الأجسام.



أ تكونُ قوَّةُ الجاذبيَّةِ كبيرةً عندَما تكونُ المسافةُ بينَ الجسمَيْنِ صغيرةً.



ب إذا ازدادتِ المسافةُ بينَ الجسمَين، تتناقصُ قوَّةُ الجاذبيَّةِ التي تشدُّ الجسمَيْنِ أحدَهما إلى الآخر.

رابطُ فنونٍ لغويَّةٍ

قصَّةُ الجاذبيَّة

تخيَّل أنَّ لدَيكَ جهازًا بإمكانِه أن يزيدَ قوَّةَ جاذبيَّةِ الأرض، وأن ينقصَها. اكتبْ قصَّةً قصيرةً تصفُ فيها ما يمكنُكَ القيامُ به بواسطةِ هذا الجهاز، وما تتوقَّعُ أن تشاهدَ، وما يمكنُ أن يكونَ تأثيرُ هذا الجهازِ في وزنِ الأجسام.

الوزنُ قياسٌ لقوَّةِ الجاذبيَّة

قوَّةُ الجاذبيَّةِ هي قوَّةُ تجاذبٍ بينَ الأجسامِ. **الوزنُ** Weight قياسٌ لقوَّةِ الجاذبيَّةِ المطبَّقةِ على جسمٍ ما. والمقصودُ بكلمةِ وزنٍ، غالبًا ما يكونُ قوَّةَ جاذبيَّةِ الأرضِ للجسمِ. لكن يمكنُ للوزنِ أن يكونَ أيضًا قياسًا لقوَّةِ الجاذبيَّةِ التي يطبِّقُها القمرُ، أو أيُّ كوكبٍ آخرَ على الأجسامِ.

الفرقُ بينَ الوزنِ والكُتلةِ

يرتبطُ الوزنُ بالكُتلةِ، لكنَّهما ليسا الشيءَ نفسَه. يتغيَّرُ الوزنُ مع تغيُّرِ قوَّةِ الجاذبيَّةِ. **الكُتلةُ** Mass هي كمِّيّةُ المادَّةِ في الجسمِ. كُتلةُ الجسمِ لا تتغيَّرُ. تخيَّل أنَّ جسمًا نُقِلَ إلى مكانٍ حيثُ قوَّةُ الجاذبيَّةِ أكبرَ ككوكبِ المُشتري مثلاً. سوفَ يزدادُ وزنُ الجسمِ، لكن كُتلتَهُ سوف تبقى نفسَها. يبيِّنُ **الشكلُ ٦** الوزنَ والكُتلةَ لرجلِ فضاءٍ على سطحِ الأرضِ، وعلى سطحِ القمرِ.

قوَّةُ الجاذبيَّةِ هي نفسُها تقريبًا في أيِّ مكانٍ من سطحِ الأرضِ. لذلك يكونُ وزنُ أيِّ جسمٍ هو نفسُه تقريبًا في أيِّ مكانٍ من سطحِ الأرضِ. وبسببِ ثباتِ كُتلةِ أيِّ جسمٍ وعدمِ التغيُّرِ الملحوظِ في وزنِه، تمَّ في أكثرِ الأحيانِ استخدامُ تعبيرَي الكُتلةِ والوزنِ وكأنَّ المقصودَ الشيءُ نفسُه. ممّا أدّى إلى خلطٍ بين المفهومَين.

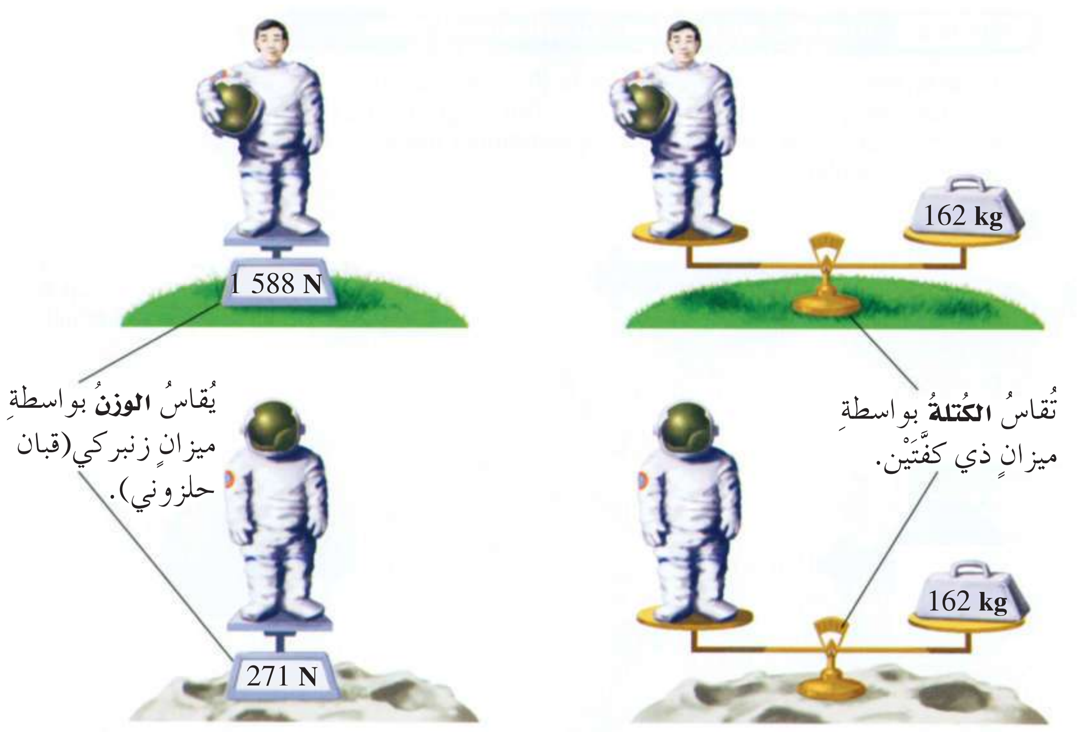
الوزنُ: قياسٌ لقوَّةِ الجاذبيَّةِ المطبَّقةِ على جسمٍ ما. يمكنُ لمقدارِ الوزنِ أن يتغيَّرَ وفقَ موقعِ الجسمِ في الكونِ.

الكُتلةُ: قياسٌ لمقدارِ كمِّيَّةِ المادَّةِ في جسمٍ ما.

تحقَّق

ما علاقةُ قوَّةِ الجاذبيَّةِ بالوزنِ؟

الشكلُ ٦ وزنُ رجلِ الفضاءِ على سطحِ القمرِ يساوي تقريبًا سدسَ وزنِهِ على سطحِ الأرضِ، لكن كُتلتَهُ تبقى ثابتةً.



وحداتُ الكُتلةِ والوزنِ

تعلَّمْتَ أنَّ الوحدةَ الدوليَّةَ للقوَّةِ هي النيوتن (N). الجاذبيَّةُ قوَّةٌ، والوزنُ قياسٌ لهذه الجاذبيَّةِ. لذلك، يُقاسُ الوزنُ أيضًا بالنيوتن. الوحدةُ الدوليَّةُ للكُتلةِ هي الكيلوغرامُ (kg). في أغلبِ الأحيانِ، تُقاسُ الكُتلةُ بالغرامِ (g) وبالملّيجرامِ (mg) أيضًا. على سطحِ الأرضِ يزنُ جسمٌ كُتلتُهُ 100g كالتفّاحةِ المبيَّنةِ في **الشكل ٧**، حوالَي 1 N.

عندما تستخدمُ ميزانَ الحمّامِ، تكونُ في الحقيقةِ تقيسُ قوَّةَ الجاذبيَّةِ بين جسمِكَ والأرضِ. بالتالي، أنتَ تقيسُ وزنَك، الذي يجبُ أن يعبَّرَ عنه بالنيوتن. لكنَّ معظمَ موازينِ الحمّاماتِ مرقَّمةٌ بوحدةِ الكيلوغرامِ بدل النيوتن. يؤدّي ذلك أحيانًا إلى الاعتقادِ بأنَّ الكيلوغرامَ هو وحدةُ الوزنِ.



الشكلُ ٧ تزنُ تفّاحةٌ صغيرةٌ حوالي ١ نيوتن.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- قوَّةُ الجاذبيَّةِ قوَّةُ تجاذبٍ بينَ الأجسامِ تنتجُ عن كُتلِها.
- ينصُّ قانونُ الجاذبيَّةِ العامُّ على أنَّ الأجسامَ في الكونِ تتجاذبُ من خلالِ قوَّةِ الجاذبيَّةِ.
- تزدادُ قوَّةُ الجاذبيَّةِ مع ازديادِ الكُتلةِ.
- تتناقصُ قوَّةُ الجاذبيَّةِ مع ازديادِ المسافةِ بينَ الجسمينِ.
- الوزنُ والكُتلةُ ليسا الشيءَ نفسَه. الكُتلةُ هي كمِّيَّةُ المادَّةِ في جسمٍ ما. والوزنُ قياسٌ لقوَّةِ الجاذبيَّةِ المطبَّقةِ على الجسمِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّحِ المقصودَ بالمفردةِ التاليةِ: قوَّةُ الجاذبيَّةِ.

٢. استخدمْ كلاًّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ في جملةٍ منفصلةٍ: الكُتلةُ والوزنُ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. إذا تضاعفَتْ كُتلةُ الأرضِ دون أن يزدادَ قُطرُها، فإنَّ وزنَكَ سوف:
   - أ. يزدادُ بسببِ ازديادِ قوَّةِ الجاذبيَّةِ.
   - ب. يتناقصُ بسببِ ازديادِ قوَّةِ الجاذبيَّةِ.
   - ج. يزدادُ بسببِ تناقصِ قوَّةِ الجاذبيَّةِ.
   - د. لن يتغيَّرَ لأنَّكَ لاتزالُ على الأرضِ.

٤. ما قانونُ الجاذبيَّةِ العامُّ؟

٥. ما العلاقةُ بين كُتلةِ جسمٍ وقوَّةِ الجاذبيَّةِ التي يطبِّقُها هذا الجسمُ على أجسامٍ أخرى؟

٦. كيفَ تؤثِّرُ المسافةُ بين جسمَيْنِ على قوَّةِ الجاذبيَّةِ بينهُما؟

٧. لماذا يخلطُ الناسُ عادةً بين الكُتلةِ والوزنِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٨. قوَّةُ الجاذبيَّةِ على سطحِ المُشتري أكبرُ بـ ٢,٣ مرَّةٍ من قوَّةِ الجاذبيَّةِ على سطحِ الأرضِ. فإذا كانَتْ كُتلةُ جسمٍ 70 kg ووزنُهُ 686 N على الأرضِ، فما كُتلتُه ووزنُه على المشتري؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ**: يعتقدُ زميلُكَ أنْ لا وجودَ لقوَّةِ الجاذبيَّةِ في الفضاءِ. كيفَ توضِّحُ له أنَّ من الحتميِّ أنْ يكونَ هناكَ قوَّةُ جاذبيَّةٍ في الفضاءِ؟

١٠. **مقارنةٌ**: وضِّحْ لماذا يجبُ أنْ يتغيَّرَ وزنُكَ لا كُتلتُكَ عندَما تنتقلُ إلى كوكبِ المرِّيخِ.



مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيم

١. طابقْ بينَ كلِّ مُفردةٍ وتعريفِها، بوضعِ حرفِ المُفردةِ في الفراغِ المناسب.

أ. الكُتلة	هـ. الجاذبيَّة
ب. قوَّةُ الاحتكاكِ	و. الوزن
ج. مقدارُ السرعةِ	ز. العجلة
د. محصِّلةُ القوى	ح. النيوتن

_____ تعاكسُ الحركةِ بينَ سطحَيْنِ متماسَّيْنِ.

_____ وحدةُ القوَّةِ.

_____ تحدَّدُ بجمعِ القوى.

_____ معدَّلُ تغيُّرِ السرعةِ بوحدةِ الزمنِ.

_____ قياسٌ لقوَّةِ الجاذبيَّةِ المطبَّقةِ على جسمٍ ما.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٢. عندما يقودُ طالبٌ درّاجتَهُ الهوائيَّةَ على خطٍّ مستقيم، دون أن يزيدَ سرعتَه أو ينقصَها، فإنَّه يتحرَّكُ:

أ. بعجلةٍ ثابتةٍ.

ب. بسرعةٍ ثابتةٍ.

ج. بعجلةٍ تسارعٍ.

د. بعجلةٍ تباطؤٍ.

٣. القوَّةُ:

أ. يعبَّرُ عنها بالنيوتن.

ب. يمكنُها أن تُسبِّبَ زيادةَ السرعةِ.

ج. دفعٌ أو شدٌّ.

د. جميعُ ما وردَ.

٤. إذا كنْتَ في مركبةٍ فضائيَّةٍ أُطلقَتْ إلى الفضاءِ، فإنَّ وزنَكَ سوف

أ. يزدادُ، لأنَّ قوَّةَ الجاذبيَّةِ تزدادُ.

ب. يزدادُ، لأنَّ قوَّةَ الجاذبيَّةِ تنقصُ.

ج. ينقصُ، لأنَّ قوَّةَ الجاذبيَّةِ تنقصُ.

د. ينقصُ، لأنَّ قوَّةَ الجاذبيَّةِ تزدادُ.

٥. قوَّةُ الجاذبيَّةِ بينَ قطعةِ رصاصٍ كُتلتُها 1 kg والأرض _____ قوَّةِ الجاذبيَّةِ بين 1 kg من الحلوى في الموضعِ نفسِه من الأرضِ.

أ. أكبرُ من

ب. أصغرُ من

ج. تتساوى مع

د. ليسَ أيًّا ممّا وردَ

٦. أيٌّ ممّا يلي قياسٌ للسرعة؟

أ. 16 m شرقًا.

ب. $25\ m/s^2$ شرقًا.

ج. 55 m/h جنوبًا.

د. 60 km/h.

إجابةٌ قصيرةٌ

٧. صفِ العلاقةَ بين الحركةِ ونقطةِ إسنادٍ ما.

٨. كيف يُمكنُ أن يكونَ لك عجلةٌ، وأنت تتحرَّكُ بسرعةٍ مقدارُها ثابتٌ؟

٩. وضِّحِ الفرقَ بين الكُتلةِ والوزنِ.



مهاراتُ رياضيّاتٍ

١٠. يجري غزالٌ 60 m شرقًا في 5 s. استخدمْ هذه المعلومةَ للإجابةِ عن الأسئلةِ التالية.

أ. ما السرعةُ المتوسِّطةُ للغزال؟

ب. ما السرعةُ المتوسِّطةُ المتَّجهةُ للغزال؟

ج. يقفُ الغزالُ عندَ بحيرةٍ ليشربَ. ثم يبدأُ بالوثبِ من جديدٍ نحوَ الجنوبِ. في كلِّ ثانيةٍ تزدادُ سرعةُ الغزالِ 5.2 m/s ما سرعةُ الغزالِ بعد 5 s؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١١. **خريطةُ المفاهيمِ:** استخدمِ المُفرداتِ التاليةَ لرسمِ خريطةِ مفاهيمَ: **السرعة**، **السرعة المتَّجهة**، **التسارع**، **القوَّة**، **الاتِّجاه**، **الحركة**.

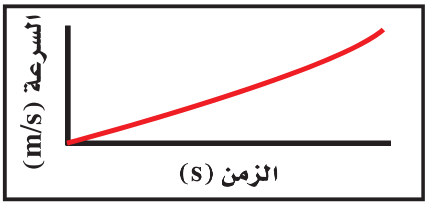
١٢. **تطبيقُ المفاهيمِ:** طلبَ إليكَ أحدُ أفرادِ أُسرتِكَ أن تساعدَه في تحريكِ بعضِ الصناديقِ خلالَ انتقالِكم إلى منزلٍ جديدٍ. أحدُ الصناديقِ كانَ ثقيلاً بحيث كانَ عليكَ دفعُهُ عبرَ الغرفةِ بدلَ رفعِه. ما بعضُ الوسائلِ التي يمكنُكَ استخدامُها لخفضِ قوّةِ الاحتكاكِ، وتحريكِ الصندوقِ بسهولة؟

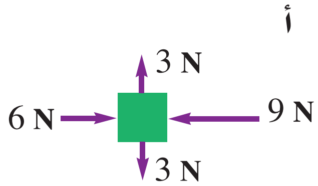
١٣. **تحليلُ الأفكارِ:** اعتمادًا على المعنى العلميِّ لكلمةِ **العجلة**، كيف يؤدّي استخدامُ مفردةِ **المسرِّع** إلى إرباكٍ لدى الحديثِ عن دوّاسةِ بنزينِ السيّارة؟

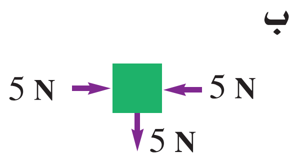
١٤. **تحديدُ العلاقاتِ:** لماذا يُعدُّ منَ المهمِّ لقبطانِ الطائرةِ أن يعرفَ السرعةَ المتَّجهةَ للرياحِ وليسَ سرعةَ الرياحِ فقط خلالَ الطيران؟

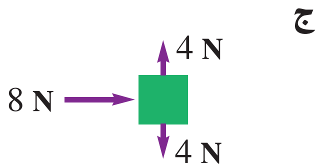
تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدمِ الرسومَ أدناهُ للإجابةِ عن السؤالَيْنِ التاليَيْنِ:









١٥. هل يدلُّ الرسمُ البيانيُّ على عجلةِ تسارُعٍ أم عجلةِ تباطؤ؟ وضِّحْ ذلك.

١٦. أنت تعرفُ كيفَ تجمعُ قوّتَين مطبَّقتَيْنِ في اتِّجاهٍ واحدٍ أو في اتِّجاهَيْنِ متعاكسَيْنِ. انظرْ إلى الرسومِ التخطيطيَّةِ، وجِدْ محصِّلةَ القوى لكلِّ رسمٍ تخطيطيٍّ. توقَّعْ اتِّجاهَ تحرُّكِ كلِّ جسمٍ.

الفصل ١١

القُوى والحركةُ

الفكرةُ الرئيسةُ

تُسبِّبُ القُوى غيرُ المتوازنةِ تغيُّراتٍ في الحركةِ يمكنُ توقُّعُها ووصفُها.

القِسْمُ

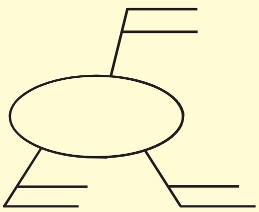
حولَ الصورةِ

للتدرُّبِ على الرِّحلاتِ الفضائيَّةِ، يطيرُ روّادُ الفضاءِ في طائرةِ شحنٍ معدَّلة. تطيرُ الطائرةُ في البدايةِ إلى الأعلى عموديًّا تقريبًا. وتطيرُ من ثمَّ إلى أسفلَ بزاويةِ °45، ممّا يُسبِّبُ إحساسًا بانخفاض الجاذبيَّةِ في الداخل. في هذه الظروفِ، يُمكنُ لروّادِ الفضاءِ أن يسبحوا وأن ينفِّذوا مهمّاتٍ في ظروفٍ مماثلةٍ عندما يكونونَ على مدارٍ ما. بما أنَّ السباحةَ في الفضاءِ تُسبِّبُ غثيانًا، لذا تلقَّبُ هذه الطائرةُ بـ «مذنِّب الغثيان».



نشاطٌ تمهيديٌّ

المنظم البياني **خريطةٌ مُتشعِّبةٌ** قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قمْ بإعدادِ **الخريطةِ المُتشعِّبةِ**. عَنوِنِ الدائرةَ بكلمةِ «حركة». أضفْ ساقًا لكلِّ قانونٍ للحركةِ، وساقًا للجاذبيَّةِ. خلالَ قراءتِك للفصلِ، أكملِ الخريطةَ بتفاصيلَ تبيِّنُ علاقةَ الحركةِ بقوانينِها وبالجاذبيَّةِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

سقوطُ الماءِ

الجاذبيَّةُ هي إحدى أهمِّ القوى في حياتِك. في هذا النشاطِ، تلاحظُ تأثيرَ الجاذبيَّةِ في الأجسامِ الساقطةِ.

الخُطُوات

١. ضعْ **حوضًا واسعًا منَ البلاستيكِ** على الأرضِ، أحدثْ ثَقْبًا صغيرًا في جنبِ **كوبٍ ورقيٍّ** أو كوبٍ من البلاستيكِ، بالقربِ من القاعِ.

٢. غطِّ الثَّقْبَ بإصبعِكَ، واملأِ الكوبَ **بالماءِ**. مع إبقاءِ إصبعِكَ على الثقبِ، أمسكِ الكوبَ عاليًا فوقَ الحوضِ.

٣. اكشفِ الثَّقْبَ. وسجِّلْ ملاحظاتِك كمحاولةٍ ١.

٤. توقَّعْ ما سيحصُلُ للماءِ إذا أسقطْتَ الكوبَ وكشفْتَ الثقبَ في الوقتِ نفسِه.

٥. غطِّ الثَّقْبَ بإصبعِكَ واملأِ الكوبَ من جديدٍ بالماءِ.

٦. اكشفِ الثَّقْبَ، واتركِ الكوبَ يسقطْ في الوقتِ نفسِه. سجِّلْ ملاحظاتِكَ كمحاولةٍ ٢.

٧. نظِّفِ الماءَ المُتناثرَ **بمناديلَ ورقيَّةٍ**.

التحليل

١. ما الفروقُ التي لاحظتَها في تصرُّفِ الماءِ خلالَ المحاولتَين؟

٢. ما سرعةُ سقوطِ الكوبِ في المحاولةِ ٢ مقارنةً بسرعةِ سقوطِ الماءِ؟

٣. كيف كانتْ نتائجُ المحاولةِ ٢ مُقارنةً بتوقُّعِك؟

القسمُ ١

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يوضّحُ تأثيرَ قُوّةِ الجاذبيَّةِ ومقاومةِ الهواءِ في الأجسامِ الساقطةِ.
- يوضّحُ لماذا تخضعُ الأجسامُ في مداراتِها لسقوطٍ حرٍّ وتظهرُ كأنَّها عديمةُ الوزنِ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

السرعةُ الحدّيَّةُ
السقوطُ الحرُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: خلالَ قراءتِكَ لهذا القسم، ضعْ مُخطَّطًا مستخدمًا عناوينَه.

الجاذبيَّةُ والحركةُ

افترضْ أنَّكَ أسقطتَ كرةَ مضربٍ وكُرةً زجاجيَّةً في الوقتِ نفسِهِ عن سطحِ بناءٍ عالٍ. أيُّهما بحسبِ رأيكَ تصلُ إلى الأرضِ أوَّلا؟

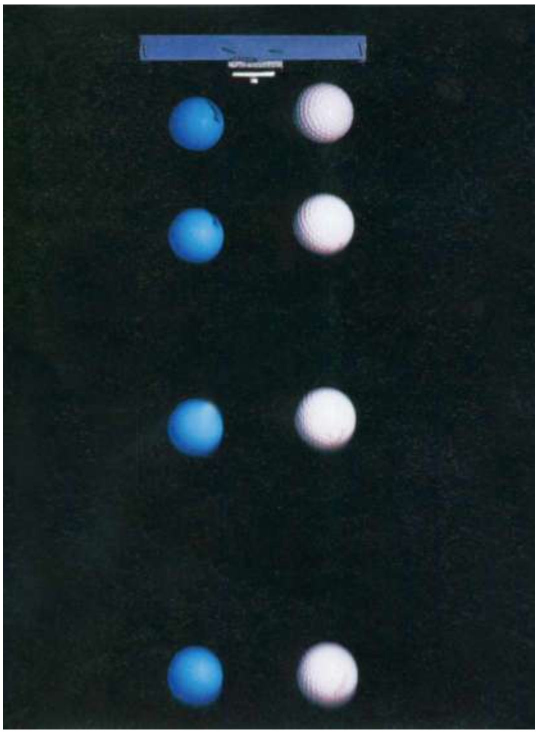
في حدودِ السنةِ ٤٠٠ ق.م، كان فيلسوفٌ يونانيٌّ اسمُه أرسطو يعتقدُ أنَّ سرعةَ سقوطِ الأجسامِ تعتمدُ على كُتلِها. لو سألتَ أرسطو أيُّهما تصلُ إلى الأرضِ أوَّلاً، كُرةُ المضربِ أم الكرةُ الزجاجيَّةُ، لكانَ أجابَ كرةُ المضربِ. لكنَّ أرسطو لم يحاولْ قطُّ إسقاطَ أجسامٍ ذاتِ كُتلٍ مختلفةٍ ليتحقَّقَ من فكرتِهِ عن سقوطِ الأجسامِ.

الجاذبيَّةُ والأجسامُ الساقطةُ

في أواخرِ القرنِ السادسَ عشرَ، ناقشَ عالِمٌ إيطاليٌّ شابٌ يسمّى غاليلي (غاليليو) أفكارَ أرسطو حولَ سقوطِ الأجسامِ. وطرحَ فكرةً تقولُ بأنَّ كُتلةَ جسمٍ لا تؤثِّرُ في الزمنِ الذي يستغرقُهُ سقوطُهُ إلى الأرضِ. بناءً على روايةٍ، يُحكى أنَّ غاليلي برهنَ فكرتَهُ بإسقاطِ كُرتَيْ مدفعٍ لهما كُتلتانِ مُختلفتانِ من أعلى برجِ بيزا المائلِ في إيطاليا. ذُهلَ المراقبونَ لسقوطِ الكُرتينِ عندَما بلغتا في الوقتِ نفسِهِ سطحَ الأرضِ. فسواءٌ أكانتْ هذه الروايةُ صحيحةً أم لا، فإنَّ عملَ غاليلي قد غيَّرَ فهمَ الناسِ للجاذبيَّةِ وسقوطِ الأجسامِ.

الجاذبيَّةُ والعجلةُ

تسقطُ الأجسامُ نحو الأرضِ بمعدَّلِ السرعةِ نفسِهِ، لأنَّ العجلةَ الناتجةَ عن الجاذبيَّةِ هو نفسُهُ لجميعِ الأجسامِ. لماذا ذلك صحيحٌ؟ تعتمدُ العجلةُ على القوَّةِ والكُتلةِ. يخضعُ الجسمُ الثقيلُ لقوَّةِ جاذبيَّةٍ أكبرَ من تلك التي يخضعُ لها الجسمُ الخفيفُ. لكنَّ من الصعبِ أيضًا تسريعَ الجسمِ الثقيلِ لأنَّ كُتلتَهُ أكبرُ. يتوازنُ الازديادُ في كُتلةِ الأجسامِ الثقيلةِ توازنًا تامًّا مع الازديادِ في قوَّةِ الجاذبيَّةِ. يبيِّنُ **الشكلُ ١** جسمَينِ لهما كُتلتانِ مختلفتانِ يسقطانِ بالتَّسارعِ نفسِهِ.



الشكلُ ١ تبيِّنُ الصورةُ الملتقطةُ بواسطةِ ضوءٍ وَمْضِيٍّ أنَّ كُرةَ المضربِ وكُرةَ الغولفِ تسقطانِ بالطريقةِ نفسِها، بالرغمِ من أنَّ كُتلتَيْهما مُختلفتان.

العجلةُ الناتجةُ عن الجاذبيَّةِ

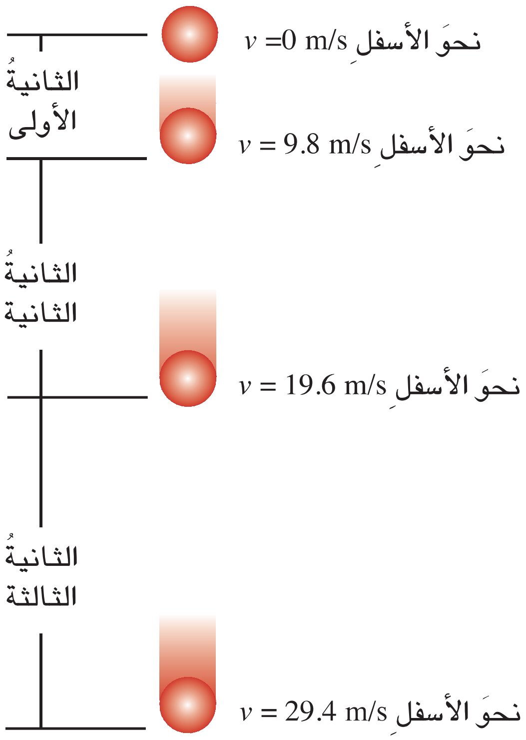
العجلةُ هي المعدَّلُ الذي تتغيَّرُ به السرعةُ بالنسبةِ إلى الزمنِ. لذلك، فإنَّ تسارعَ جسمٍ ما هو حاصلُ قسمةِ التغيُّرِ في السرعةِ على مقدارِ الزمنِ الذي حصلَ خلالَهُ هذا التغيُّرُ. تتسارعُ جميعُ الأجسامِ نحو الأرضِ بمعدَّلِ 9.8m في كلِّ ثانيةٍ في كلِّ ثانيةٍ. يُكتَبُ هذا المعدَّلُ إمّا 9.8 m/s/s أو $9.8\ m/s^2$. إذنْ خلالَ كلِّ ثانيةٍ، تزدادُ سرعةُ أيِّ جسمٍ يسقطُ رأسيًّا بمقدارِ 9.8 m/s ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٢**.

سرعةُ الأجسامِ الساقطة

يُمكنكَ حسابُ التغيُّرِ في السرعةِ (Δv) لجسمٍ ساقطٍ باستخدامِ المعادلةِ التاليةِ:

$$\Delta v = g \times t$$

في هذه المعادلةِ، g هي العجلةُ الناتجةُ عن الجاذبيَّةِ على سطحِ الأرضِ ($9.8\ m/s^2$)، و t هو الزمنُ الذي يستغرقُهُ سقوطُ الجسمِ (بالثواني). والتغيُّرُ في السرعةِ هو الفرقُ بين السرعةِ النهائيَّةِ والسرعةِ البدائيَّةِ. إذا انطلقَ الجسمُ من السكونِ، تعطي هذه المعادلةُ مباشرةً سرعةَ الجسمِ بعد فترةٍ زمنيَّةٍ معيَّنةٍ.



الشكلُ ٢ يتسارعُ جسمٌ ساقطٌ بعجلةٍ ثابتةٍ. يسقطُ الجسمُ بسرعةٍ أكبرَ ويقطعُ في كلِّ ثانيةٍ مسافةً أكبرَ من المسافةِ التي يقطعُها في الثانيةِ السابقةِ.

تحقَّقْ

ما مقدارُ العجلةِ الناتجةِ عن جاذبيَّةِ الأرضِ؟

وقفةٌ معَ الرياضيّاتِ

حسابُ سرعةِ الأجسامِ الساقطةِ

تُركَ حجرٌ يسقطُ بدءًا من السكونِ من رأسِ جرفٍ صخريٍّ، واصطدمَ الحجرُ بالأرضِ بعد زمنِ 3 s. فكم كانتْ سرعةُ الحجرِ عندمَا اصطدمَ بالأرضِ؟

١. اكتبْ معادلةَ تغيُّرِ السرعةِ.

$$\Delta v = g \times t$$

٢. عوِّضْ g بقيمتِها و t بالزمنِ المعطى في المسألةِ، وحلَّها.

$$v - 0 = 9.8\ \frac{m/s}{s} \times 3\ s$$

$$v = 29.4\ m/s$$

طبِّقْ

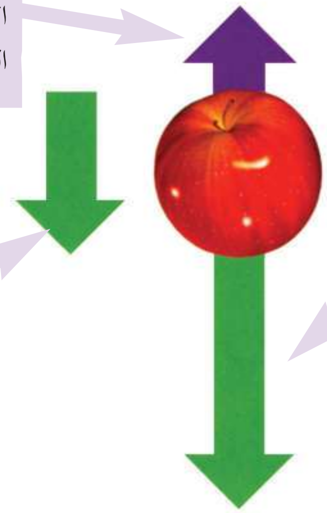
١. قطعةُ نقودٍ ساكنةٌ تسقطُ من أعلى بئرٍ عميقةٍ. ما سرعةُ قطعةِ النقودِ بعدَ سقوطِها لمدَّةِ ثانيتَيْنِ؟

٢. تصطدمُ قطعةُ النقودِ السابقةُ بالقاعِ بعدَ 4.5 s. كم تكونُ سرعةُ قطعةِ النقودِ عندما تصطدمُ بالقاعِ؟

٣. تُركتْ كُرةٌ زجاجيَّةٌ تسقطُ من على سطحِ بناءٍ عالٍ. تصطدمُ الكُرةُ الزجاجيَّةُ بالأرضِ بسرعةِ 98 m/s. ما الزمنُ الذي استغرقهُ سقوطُ الكُرةِ الزجاجيَّةِ؟

٤. تسقطُ تمرةٌ ساكنةٌ من شجرةِ بلحٍ. تصدمُ التمرةُ الأرضَ بسرعةِ 14.7 m/s. ما الزمنُ الذي استغرقَتْهُ التمرةُ لتبلغَ الأرضَ؟

الشكلُ ٣ تأثيرُ مقاومةِ الهواءِ على جسمٍ ساقطٍ



مقاومةُ الهواءِ للأجسامِ الساقطةِ

حاوِلْ إسقاطَ ورقتَينِ: واحدةٍ ضُغِطتْ على شكلِ كُرةٍ والأُخرى بقيَتْ مسطَّحةً. ماذا يحصلُ؟ هل يتهيَّأُ لك أنَّ هذه التجربةَ البسيطةَ تناقضُ ما تعلَّمتَهُ الآنَ عن سقوطِ الأجسامِ؟ تسقطُ الورقةُ المسطَّحةُ أبطأَ من الورقةِ المضغوطةِ بسببِ **مقاومةِ الهواءِ**. مقاومةُ الهواءِ هي قوَّةٌ تعاكِسُ حركةَ الأجسامِ في الهواءِ.

يعتمدُ مقدارُ مقاومةِ الهواءِ المطبَّقةِ على جسمٍ معيَّنٍ على حجمِهِ، وشكلِهِ، وسرعتِهِ. تُطبِّقُ مقاومةُ الهواءِ على الورقةِ المسطَّحةِ قوَّةً أكبرَ من القُوَّةِ التي تُطبِّقُها على الورقةِ المضغوطةِ. يبيِّنُ **الشكلُ ٣** تأثيرَ مقاومةِ الهواءِ في عجلةِ الجسمِ الساقطِ.

انعدامُ العجلةِ عندَ السرعةِ الحدّيَّةِ

عندما تزدادُ سرعةُ جسمٍ ساقطٍ، تزدادُ مقاومةُ الهواءِ. تستمرُّ مقاومةُ الهواءِ المتَّجهةُ إلى أعلى في الازديادِ حتى تتساوى مع قوَّةِ الجاذبيَّةِ المتَّجهةِ إلى أسفلَ. في هذه الحالةِ، تكونُ محصَّلةُ القوى صفرًا، وتنعدمُ عندها عجلةُ الجسمِ. بعدَ ذلك يستمرُّ الجسمُ في السقوطِ بسرعةٍ ثابتةٍ تسمّى **السرعةَ الحدّيَّةَ** Terminal velocity.

يمكنُ للسرعةِ الحدّيَّةِ أن تكونَ مفيدةً. تتضرَّرُ كلَّ سنةٍ، السيّاراتُ، والأبنيةُ والبناياتُ من حبّاتِ البرَدِ ذاتِ السرعةِ الحدّيَّةِ التي تتراوحُ بين 5 m/s و 40 m/s، بحسبِ حجمِها. فلو لم تكُنْ مقاومةُ الهواءِ موجودةً لصدمَتْ حبّاتُ البردِ الأرضَ بسرعةٍ تقاربُ الـ 350 m/s . يبيِّنُ **الشكلُ ٤** تطبيقًا مفيدًا آخرَ للسرعةِ الحدّيَّةِ.



الشكلُ ٤ تزيدُ المظلَّةُ من مقاومةِ الهواءِ للمظليِّ وتُبطِّئُ حركتَهُ إلى أن يبلغَ سرعةً حدّيَّةً آمنةً.

السرعةُ الحدّيَّةُ: أكبرُ سرعةٍ ثابتةٍ يصلُ إليها الجسمُ الساقطُ عندما تكونُ قوَّةُ مقاومةِ الهواءِ مساويةً لقوَّةِ الجاذبيَّةِ في المقدارِ ومعاكسةً لها في الاتّجاهِ.

تحقَّقْ

هل تأثيرُ مقاومةِ الهواءِ في عجلةِ ورقةِ شجرةٍ خلالَ سقوطِها أكبرُ من تأثيرِها في عجلةِ الثمرةِ خلالَ سقوطِها؟

حصولُ السقوطِ الحرِّ في غيابِ مقاومةِ الهواءِ

يوصَفُ المظلِّيّونَ أحيانًا، وقبلَ أنْ يفتحوا مِظلاّتِهم بأنَّهم في سقوطٍ حرٍّ. لكنَّ ذلك الوصفَ غيرُ دقيقٍ، لأنَّ مقاومةَ الهواءِ موجودةٌ دائمًا ومطبَّقةٌ حتى على المظلِّيّ.

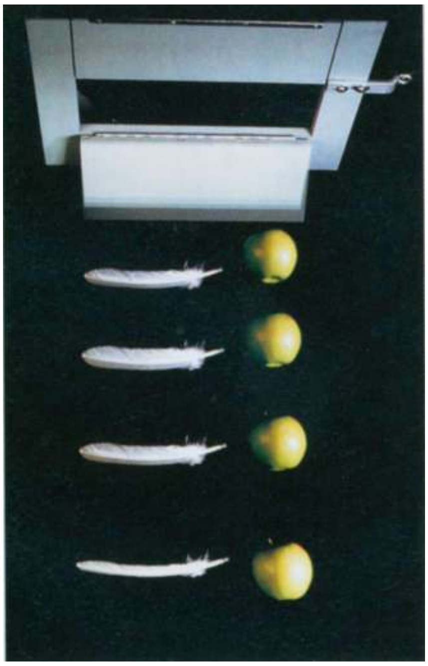
يكونُ الجسمُ في **سقوطٍ حرٍّ Free fall** عندَما يخضعُ فقط لقوَّةِ الجاذبيَّةِ التي تشدُّهُ إلى أسفلَ من دونِ أيِّ قُوَّةٍ أخرى. وبما أنَّ مقاومةَ الهواءِ قوَّةٌ، فإنَّ السقوطَ الحرَّ لا يحصلُ إلاّ في مكانٍ ليس فيه هواءٌ. ينطبقُ ذلك على مكانَين هما الفضاءُ والفراغُ. الفراغُ هو مكانٌ حيث لا وجودَ فيه للمادَّةِ. يبيِّنُ **الشكلُ ٥** جسمَين يسقطانِ في الفراغِ. بسببِ عدمِ وجودِ مقاومةٍ للهواءِ في الفراغِ، يسقطُ الجسمانِ سقوطًا حرًّا.

الأجسامُ في مداراتِها في حالةِ سقوطٍ حرٍّ

انظرْ إلى رائدِ الفضاءِ في **الشكل ٦**. لماذا يظهرُ رائدُ الفضاءِ كأنه يسبحُ داخلَ سفينةِ الفضاءِ؟ قد تقولُ إنَّ ذلك ناتجٌ عن حالةِ انعدامِ الوزنِ في الفضاءِ. لكنْ ليس الأمرُ كذلك، لأنه يستحيلُ على أيِّ جسمٍ في الكونِ أن يكونَ في حالةِ انعدامِ للوزنِ.

الوزنُ مقياسُ قُوَّةِ الجاذبيَّةِ. يعتمدُ مقدارُ هذه القوَّةِ على كتلِ الأجسامِ والمسافةِ بينها. افترضْ أنَّك تسافرُ في الفضاءِ بعيدًا عن جميعِ الكواكبِ والنجومِ. عندَها تكونُ قُوَّةُ الجاذبيَّةِ المطبَّقةِ عليك صغيرةً جدًّا، لأنَّ المسافةَ بينك وبين أيِّ جسمٍ آخرَ ستكونُ كبيرةً جدًّا. لكنْ بما أنَّ لك وللأجسامِ الأخرى التي في الكونِ كتلاً، فإنَّ الجاذبيَّةَ يمكنُ أن تجذبَكم، ولو قليلاً، إلى أجسامٍ أخرى. لذا يكونُ ما يزالُ لكُم أوزانٌ.

وإنما يسبحُ روّادُ الفضاءِ داخلَ السفنِ الفضائيَّةِ بسببِ السقوطِ الحرِّ. ولكي تفهمَ بشكلٍ أفضلَ لماذا يسبحُ روّادُ الفضاءِ فإنك تحتاجُ إلى أن تعرفَ ماذا يعني أنْ يكونَ الجسمُ في مدارٍ.



الشكلُ ٥ تتسبَّبُ مقاومةُ الهواءِ عادةً في سقوطِ الرِّيشةِ ببطءٍ أكثرَ من سقوطِ التفّاحةِ. لكنَّ التفّاحةَ والرّيشةَ تسقطانِ في الفراغِ بالعجلةِ نفسِها لأنَّهما تسقطانِ سقوطًا حرًّا.

السقوطُ الحرّ: حركةُ الجسمِ تحتَ تأثيرِ قوّةِ الجاذبيَّةِ فقط.



الشكلُ ٦ يَظهرُ روّادُ الفضاءِ وكأنَّهم في حالةِ انعدامٍ للوزنِ عندَما يسبحونَ في سفينتِهم الفضائيَّةِ، لكنَّهم ليسوا في حالةِ انعدامٍ للوزنِ!

الشكلُ ٧ كيفَ يتشكّلُ المدارُ



ينتجُ المدارُ عن اتِّحادِ حركتَيْن

يدورُ جسمٌ في مدارِهِ عندَما يتحرَّكُ حولَ جسمٍ آخرَ في الفضاءِ. عندَما تدورُ مَركبةٌ فضائيَّةٌ في مدارٍ حولَ الأرضِ، فإنَّها تتحرَّكُ إلى الأمامِ. لكنَّها هي أيضًا في حالةِ سقوطٍ حرٍّ في اتِّجاهِ الأرضِ. يبيِّنُ **الشكلُ ٧** كيف تَتَّحِدُ هاتانِ الحركتانِ لتكوِّنا مدارًا.

يُمكنُكَ أن تَلاحظَ من **الشكلِ ٧**، أنَّ مكُّوكَ الفضاءِ، وهو في مدارِهِ، يكونُ دائمًا في حالةِ سقوطٍ حرٍّ. لماذا إذنْ لا تصطدمُ رؤوسُ روّادِ الفضاءِ بسقفِ المكّوكِ الفضائيِّ؟ لأنَّهم هم أيضًا في حالةِ سقوطٍ حرٍّ. إنَّهم يسقطون باستمرارٍ وبالعجلةِ نفسِها.

القوَّةُ المركزيَّةُ والدورانُ في مدارٍ

بالإضافةِ إلى المَركباتِ الفضائيَّةِ والأقمارِ الصناعيَّةِ، يوجدُ أجسامٌ كثيرةٌ أُخرى تدورُ في مداراتٍ. القمرُ يدورُ في مدارٍ حولَ الأرضِ. الأرضُ والكواكبُ الشمسيَّةُ الأُخرى تدورُ حولَ الشمسِ. كذلك هناك عدَّةُ نجومٍ تدورُ حولَ كُتلٍ ضخمةٍ تقعُ في مركزِ كلِّ مجرَّةٍ. معظمُ هذه الأجسامِ تدورُ في مداراتٍ دائريَّةٍ أو شبهِ دائريَّةٍ. وكلُّ جسمٍ في حركةٍ دائريَّةٍ يغيِّرُ دائمًا اتِّجاهَ حركتِهِ. وبسببِ الحاجةِ إلى قوَّةٍ لتغييرِ حركةِ أيِّ جسمٍ، فإنَّ من المفروضِ أن تكونَ هناك قوَّةٌ مطبَّقةٌ على كلِّ جسمٍ يخضعُ لحركةٍ دائريَّةٍ.

تسمّى القوَّةُ التي تجعلُ الأجسامَ تتحرَّكُ في مساراتٍ دائريَّةٍ **القوَّةَ المركزيَّةَ**. تعملُ قوَّةُ الجاذبيَّةِ كقوَّةٍ مركزيَّةٍ تبقي الأجسامَ في مداراتِها. كلمةُ مركزيَّةٍ تعني «في اتِّجاهِ المركزِ». ويُمكنُكَ أن ترى في **الشكلِ ٨**، أنَّ القوَّةَ المركزيَّةَ المطبَّقةَ على القمرِ تتَّجهُ نحوَ مركزِ المدارِ الدائريِّ للقمرِ.



الشكلُ ٨ يبقى القمرُ في مدارِهِ حولَ الأرضِ لأنَّ جاذبيَّةَ الأرضِ تُطبِّقُ عليه قوَّةً مركزيَّةً.

تحقَّقْ
ماذا تعني كلمةُ مركزيَّةٍ؟

مُراجعةُ القسمِ



ملخَّص

- تتسبَّبُ قوَّةُ الجاذبيَّةِ في عجلةِ الأجسامِ نحو الأرضِ بمعدَّلِ $9.8\ m/s^2$.
- تُنقِصُ مقاومةُ الهواءِ عجلةَ الأجسامِ الساقطةِ. يسقطُ جسمٌ بسرعتِه الحدّيَّةِ عندما تعادلُ قوَّةُ الهواءِ الدافعةُ إلى أعلى قوَّةَ الجاذبيَّةِ الجاذبةَ إلى أسفلَ.
- يكونُ الجسمُ في حالةِ سقوطٍ حرٍّ عندمَا يخضعُ لقوَّةِ الجاذبيَّةِ فقط.
- تظهرُ الأجسامُ في مداراتِها في حالةِ انعدامِ الوزنِ لأنَّها في حالةِ سقوطٍ حرٍّ.
- تحتاجُ الأجسامُ إلى قوَّةٍ مركزيَّةٍ للمحافظةِ على حركتِها الدائريَّةِ. تعملُ الجاذبيَّةُ كقوَّةٍ مركزيَّةٍ لإبقاءِ الأجسامِ في مداراتِها.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المفردتَيْنِ التاليتَيْنِ في جملةٍ مستقلَّةٍ: السرعةَ الحدّيَّةَ والسقوطَ الحرَّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. تظهرُ الأجسامُ في مداراتِها في حالةِ انعدامِ الوزنِ
أ. لأنَّ وزنَها ينعدمُ.
ب. لأنَّها في حالةِ سقوطٍ حرٍّ.
ج. لأنَّ كتلتَها تنعدمُ.
د. لأنَّ قوَّةَ الجاذبيَّةِ المطبَّقةَ عليها تنعدمُ.

٣. كيف تؤثِّرُ مقاومةُ الهواءِ في عجلةِ الأجسامِ الساقطةِ؟

٤. كيف تتأثَّرُ عجلةُ الأجسامِ الساقطةِ بقوَّةِ الجاذبيَّةِ؟

٥. لماذا تكونُ العجلةُ الناتجةُ عن قوَّةِ الجاذبيَّةِ هي نفسَها لجميعِ الأجسامِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. صخرةٌ في حالةِ سكونٍ تقعُ عن جرفٍ عالٍ وتصطدمُ بقاعِ الوادي بعد 3,5s. كم تكونُ سرعةُ الصخرةِ عندَما تصطدمُ بسطحِ الأرضِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: افترضْ أنَّ رائدَ فضاءٍ أفلَتَ من يدِه أنبوبَ اختبارٍ. ماذا يحصلُ للأنبوبِ بالنسبةِ إلى رائدِ الفضاءِ؟ وضِّحْ إجابتَك.

٨. **استدلال**: ليسَ للقمرِ غلافٌ جويٌّ. توقَّعْ ما يحدثُ على سطحِ القمرِ إذا ما أسقطَ رائدُ فضاءٍ في الوقتِ نفسِه مطرقةً وريشةً من الارتفاعِ نفسِه.

القسمُ ٢

قوانينُ نيوتُن للحركةِ

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يفسِّرُ قانونَ الحركةِ الأوَّلَ لنيوتُن.
- يفسِّرُ قانونَ الحركةِ الثاني لنيوتُن.
- يطبِّقُ حسابيًّا العلاقةَ بينَ القوَّةِ والكتلةِ والعجلةِ.
- يفسِّرُ نصَّ قانونِ الحركةِ الثالث لنيوتن ويُعطي أمثلةً على أزواجِ قوى.

المُفرداتُ والمفاهيم

القصورُ الذاتيُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

تلخيصٌ ثنائيٌّ: اقرأْ هذا القسمَ بصمت. ثم شكِّلْ ثنائيًّا مع زميل لك. تناوبا على تلخيص المادَّةِ. توقَّفا لمناقشةِ الأفكارِ التي تبدو غيرَ واضحةٍ.

تخيَّلْ أنَّكَ تلعبُ كُرةَ القدم، وعليكَ أن تركُلَ الكُرَةَ ركلةً حرَّةً. فركلتَ الكُرةَ ركلةً قويَّةً لكنَّها بقيت ساكِنةً. هل هذا طبيعيٌّ؟

يُحتمَلُ أن تُجيبَ بالنفي. أنت تعرفُ أنَّ القوَّةَ والحركةَ مترابطتان. عندما تُطبِّقُ قوَّةً على الكرةِ بركلِها، يجبُ أن تتحرَّكَ الكرةُ. في عام ١٦٨٦، وضَّحَ السير إسحق نيوتُن العلاقةَ بين القوَّةِ وحركةِ جسمٍ عندما صاغ قوانينَهُ الثلاثةَ للحركةِ.

قانونُ الحركةِ الأوَّلِ لنيوتُن

يبقى الجسمُ الساكِنُ ساكنًا، والجسمُ المُتحرِّكُ متحرِّكًا بسرعةٍ ثابتةٍ وعلى خطٍّ مستقيم، ما لم يتعرَّضْ لقوَّةٍ تغيِّر في حالتِه.

يصفُ قانونُ نيوتن الأوَّلُ حركةَ جسمٍ يخضعُ لمحصِّلةِ قوًى مقدارُها صفرًا. يمكنُ أن يبدوَ لك هذا القانونُ معقَّدًا عند قراءتِكَ الأولى له. لكنَّ من السهل فهمَهُ عندما تدرس جزءَيْهِ كلاًّ على حِدَةٍ.

الجزءُ ١: الأجسامُ الساكنةُ

الجسمُ الساكنُ هو الجسمُ غيرُ المُتحرِّكِ. الكرسيُّ على أرضِ الغرفةِ، وكرةُ الغولفِ المتوازنةُ على قاعدتِها هما مثالانِ على الأجسامِ الساكنة. ينصُّ قانونُ نيوتُن على أنَّ الأجسامَ الساكنةَ تبقى ساكنةً ما لم تتعرَّضْ لقوَّةٍ. مثلاً، لا تبدأُ الأجسامُ في التحرُّكِ ما لم تخضعْ لقوَّةِ شَدٍّ أو دفعٍ. بالتالي، لن ينزلقَ الكرسيُّ على أرضِ الغرفةِ، من دونِ أن تدفعَه. وكذلك كرةُ الغولفِ، فإنَّها لن تتحرَّكَ تاركةً قاعدتَها ما لم تُضربْ بالمضربِ، كما يظهرُ في **الشكل ١**.

الشكلُ ١ تبقى كرةُ الغولفِ في حالةِ سكونٍ على قاعدتِها حتى تخضعَ لقوَّةٍ من قبلِ المضربِ.



الجزءُ ٢: الأجسامُ المُتحرِّكةُ

الجزءُ الثاني من القانونِ الأوَّل لنيوتُن يتناولُ الأجسامَ المُتحرِّكةَ بسرعةٍ معيَّنةٍ. هذه الأجسامُ تستمرُّ إلى ما لا نهايةٍ في السرعةِ نفسِها ما لم تؤثِّرْ فيها قوَّةٌ خارجيَّةٌ.

فكِّرْ في قيادةِ عربةِ تصادُمٍ في مدينةِ ألعابٍ. إنَّ قيادتَكَ تبقى مريحةً ما دمتَ تقودُ في حيِّزٍ مفتوحٍ. لكنَّ اسمَ اللعبةِ عرباتُ التصادُمِ! عاجلاً أم آجلاً ستصطدمُ بعربةٍ أخرى، كما يظهرُ في **الشكل ٢**. ستتوقَّفُ عربتُكَ عندَما تصطدمُ بعربةٍ أخرى، لكنَّكَ ستستمرُّ في التحرُّكِ إلى الأمامِ حتى يُطبِّقَ عليكَ حزامُكَ قوَّةً فتتوقَّفُ.



الشكلُ ٢ تُتيحُ لكَ عرباتُ التصادُمِ أن تتسلّى مع القانونِ الأوَّلِ لِنيوتُن.

الاحتكاكُ والقانونُ الأوَّلُ لنيوتُن

الجسمُ المُتحرِّكُ يبقى مُتحرِّكًا إلى ما لا نهايةٍ ما لم يخضعْ لقوَّةٍ. وبالتالي، أنتَ تستطيعُ أن تدفعَ مكتبَكَ لتجعلَهُ ينزلقُ على أرضِ الغرفةِ. إذا فعلْتَ ذلك، فإنَّ المكتبَ سرعانَ ما يتوقَّفُ. لماذا؟

يجبُ أن تؤثِّرَ في المكتبِ قوَّةٌ لتجعلَهُ يتوقَّفُ عن الحركةِ. هذه القوَّةُ هي قوَّةُ الاحتكاكِ. تعملُ قوَّةُ الاحتكاكِ ما بينَ المكتبِ وأرضيَّةِ الغرفةِ ضدَّ حركةِ المكتبِ. بسببِ قوَّةِ الاحتكاكِ يصعبُ عليكَ، أن تتوصلَ عمليًّا إلى القانونِ الأوَّلِ لنيوتُن. مثلاً، تتسبَّبُ قوَّةُ الاحتكاكِ في تباطُؤِ حركةِ كرةٍ متدحرجةٍ ثمَّ في توقُّفِها. حركاتُ قوى الاحتكاكِ تجعلُ حركةَ السيّارةِ تتباطأُ عندما يرفعُ السائقُ قدمَهُ عن دوّاسةِ البنزينِ. بسببِ قوَّةِ الاحتكاكِ تتغيَّرُ حركاتُ الأجسامِ.

تحقَّقْ

عندَما تنتقلُ في حافلةٍ، لماذا يندفعُ جسمُكَ إلى الأمامِ حالما تتوقَّفُ الحافلةُ فجأةً عن التحرُّكِ؟

مختبرٌ سريعٌ

مزلجةُ القانونِ الأوَّلِ

١. ضعْ **عُبوةَ مشروبٍ غازيٍّ** على ظهرِ **مزلجةٍ**.

٢. اطلبْ إلى زميلٍ لكَ أن يلتقطَ المِزلجةَ بعدَ أن تدفعَها. الآنَ ادفعِ المزلجةَ بسرعةٍ وقوَّةٍ. ماذا يحصلُ لعُبوةِ المشروبِ؟

٣. ضعِ العُبوةَ من جديدٍ على المزلجةِ. ادفعِ المزلجةَ بتأنٍّ لتتحرَّكَ المِزلجةُ بسرعةٍ دون أن تقعَ العبوةُ.

٤. اطلبْ إلى زميلِكَ أن يوقفَها بعد أن تقطعَ هذه المِزلجةُ مسافةً قصيرةً. ماذا يحصلُ للعبوةِ؟

٥. وضِّحْ كيف يطبِّقُ القانونُ الأوَّلُ لنيوتُن على ما حصلَ.

القصورُ الذاتيُّ: مَيلُ الجسم إلى مقاومة تحريكِه، أو ميلُهُ، إذا كانَ متحرِّكًا، إلى مقاومة تغييرِ مقدارِ سرعتِه أو اتِّجاهِها.

القصورُ الذاتيُّ والقانونُ الأوَّلُ لنيوتُن

يسمّى أحيانًا قانونُ الحركةِ الأوَّلُ لنيوتن قانونَ القصورِ الذاتيِّ. **القصورُ الذاتيُّ Inertia** هو مَيلُ جميعِ الأجسامِ إلى مقاومةِ أيِّ تغييرٍ في الحركةِ. بسببِ القصورِ الذاتيِّ، يبقى كلُّ جسمٍ ساكنٍ على سكونِهِ ما لم تُحرِّكْهُ قوَّةٌ أيضًا. والقصورُ الذاتيُّ هو السببُ في بقاءِ الجسمِ الذي يتحرَّكُ على السرعةِ نفسِها ما لم تغيِّرْ قوَّةٌ ما مقدارَ سرعتِهِ أو اتِّجاهَها. مثلاً، بسببِ القصورِ الذاتيِّ تجدُ نفسَكَ تميلُ نحوَ جانبِ السيّارةِ عندما يسلكُ السائقُ منعطفًا. والقصورُ الذاتيُّ هو أيضًا السببُ في عدمِ توقُّفِ الطائرةِ، أو السيّارةِ، أو الدرّاجةِ الهوائيَّةِ فورًا.

الكتلةُ والقصورُ الذاتيُّ

الكتلةُ هي قياسٌ للقصورِ الذاتيِّ. الجسمُ ذو الكتلةِ الصغيرةِ، له قصورٌ ذاتيٌّ أصغرُ من القصورِ الذاتيِّ لجسمٍ كتلتُهُ كبيرةٌ. لذا، نجدُ تغييرَ حركةِ جسمٍ ذي كتلةٍ صغيرةٍ أسهلَ من تغييرِ حركةِ جسمٍ كتلتُهُ كبيرةٌ. مثلاً، كرةُ المضربِ لها كتلةٌ أصغرُ وبالتالي قصورٌ ذاتيٌّ أقلُّ من القصورِ الذاتيِّ لكرةِ البولينغ. بسببِ صِغرِ القصورِ الذاتيِّ لكرةِ المضربِ، يسهُلُ تغييرُ حركتِها بضربِها بمضربٍ. تخيَّلْ كم سيكونُ صعبًا لو جرى لَعِبُ لُعبةِ كُرةِ المضربِ بكرةِ بولينغ! يوضِّحُ **الشكلُ ٣** المزيدَ من الأمثلةِ على العلاقةِ بين الكتلةِ والقصورِ الذاتيِّ.





الشكلُ ٣ يجعلُ القصورُ الذاتيُّ إقلاعَ السيّارةِ أصعبَ من إقلاعِ الدرّاجةِ الهوائيَّةِ. كذلك يجعلُ القصورُ الذاتيُّ إيقافَ درّاجةٍ هوائيَّةٍ أسهلَ من إيقافِ سيّارةٍ تسيرُ بسرعةِ هذه الدرّاجةِ.

مختبرٌ سريعٌ

سحرُ القانونِ الأوَّلِ

١. ضعْ على **طاولةٍ** أو **مكتبٍ**، **كوبًا من البلاستيك واسعًا وفارغًا** وضعْ تحتَهُ **منديلاً ورقيًا**.

٢. بدون أن تلمسَ الكوبَ أو تجعلَهُ ينقلبُ، اسحبْ من تحتِه المنديلَ. كيف يُمكنُكَ القيامُ بذلك؟ كرِّرْ هذه الخطوةَ.

٣. املأ الكوبَ حتى نِصفِهِ **بالماءِ**، وضَعْهُ على المنديلِ الورقيِّ.

٤. من جديدٍ اسحبِ المنديلَ من تحتِ الكوبِ. هل حصلَ ذلك الآنَ بسهولةٍ أم بصعوبةٍ أكثرَ؟

٥. اشرحْ ملاحظاتِكَ مستخدمًا الكُتلةَ، والقصورَ الذاتيَّ وقانونَ الحركةِ الأوَّلَ لنيوتن.

قانونُ الحركةِ الثاني لنيوتن

تعتمدُ عجلةُ جسمٍ معيَّنٍ على مقدارِ كتلةِ الجسمِ ومقدارِ القوَّةِ المطبَّقةِ عليه.

يصفُ القانونُ الثاني لنيوتن حركةَ جسمٍ عندما تؤثّرُ فيه قوّة. وكما قسَّمْنا القانونَ الأوّلَ لنيوتن، سنقسِّمُ القانونَ الثانيَ إلى جزءَيْنِ تسهيلاً لدراستِه.

الجزءُ ١ : العلاقةُ بينَ العجلةِ والكتلة

افترضْ أنَّك تدفعُ عربةً فارغة. فلتسريعِها سيكونُ عليك أن تُطبِّقَ عليها قوّةً صغيرةً فقط. لكنَّك بتطبيقِ مقدارِ القوَّةِ نفسِه لا تستطيعُ تسريعَ العربةِ مملوءةً بقدرِ ما سَرَّعتَها فارغة. انظرْ إلى أوَّلِ صورتَينِ إلى اليسارِ في **الشكل ٤**. تدلُّ الصورتانِ على أنَّ عجلةَ جسمٍ ما تتناقصُ مع ازديادِ كتلتِه وتزدادُ مع تناقصِ كتلتِه.

الجزءُ ٢ : العلاقةُ بينَ العجلةِ والقوَّةِ

افترضْ أنَّك دَفعتَ العربةَ بقوَّةٍ كبيرة، كما هو مبيَّنٌ في الصورةِ الثالثةِ من **الشكل ٤**، فإنَّ العربةَ ستتحرَّكُ بسرعةٍ أكبرَ ممّا لو دَفعتَها بقوَّةٍ صغيرة. نستنتجُ أنَّ عجلةَ جسمٍ ما تزدادُ عندما يزدادُ مقدارُ القوَّةِ المطبَّقةِ على هذا الجسم. والعكسُ صحيحٌ، تتناقصُ عجلةُ الجسمِ عندما يتناقصُ مقدارُ القوَّةِ المطبَّقةِ على هذا الجسم.

وتأخذُ عجلةُ الجسمِ نفسَ اتِّجاهِ القوَّةِ المطبَّقةِ. في **الشكل ٤** تتحرَّكُ العربةُ إلى الأمامِ لأنَّ قوَّةَ الدفعِ موجَّهةٌ إلى الأمامِ.

رابطُ علم بيئةٍ

حجمُ السيّارةِ والتلوُّثُ

متوسِّطُ تَلويثِ السيّاراتِ الحديثةِ للهواءِ أقلُّ من متوسِّطِ تلويثِ السيّاراتِ القديمةِ. من أسبابِ ذلك أنَّ كُتلَ السيّاراتِ الحديثةِ أقلُّ من كتلِ السيّاراتِ القديمةِ. يحتاجُ جسمٌ ذو كتلةٍ أقلَّ إلى مقدارٍ أقلَّ من القوَّةِ اللازمةِ لتصبحَ له عجلةُ جسمٍ كتلتُهُ أكبرُ. لذا، يمكنُ لسيّارةٍ صغيرةٍ أن يكونَ لها محرِّكٌ صغيرٌ وتبقى محافظةً على عجلةٍ مناسبة. وإنَّ المحرِّكاتِ الصغيرةَ تستهلكُ كمِّيَّةً من المحروقاتِ أقلَّ ممّا تستهلكُهُ المحرِّكاتُ الكبيرةُ، لذلك يَنتِجُ عن المحرِّكاتِ الصغيرةِ تلوُّثٌ أقلُّ. اعملْ بحثًا عن ثلاثةِ نماذجَ لسيّاراتٍ مصنوعةٍ في العامِ نفسِهِ وضَعْ جدولاً تقارنُ فيه بين كتلِ السيّاراتِ من خلالِ مقدارِ كمِّيَّةِ المحروقاتِ التي تستهلكُها.

تحقَّقْ

ما العلاقةُ بين القوَّةِ المطبَّقةِ على جسمٍ وبين عجلتِه؟

الشكلُ ٤ الكتلةُ، والقوَّةُ، والعجلة



عندما تُطبَّقُ القوَّةُ نفسُها على العربتَينِ، تصبحُ عجلةُ العربةِ الفارغةِ أكبرَ من عجلةِ العربةِ المملوءةِ.

تزدادُ العجلةُ عندما تُطبَّقُ قوَّةٌ كبيرةٌ.

الشكلُ ٥ القانونُ الثاني لنيوتن والعجلةُ الناتجةُ عن قوَّةِ الجاذبيَّةِ



$m = 0{,}102$ kg

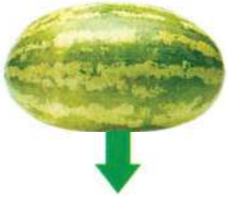
$F = 1$ N

$1\ N = 1\ kg{\cdot}m/s^2$

$F = ma$

$a = \frac{F}{m}$

$$a = \frac{1\ kg{\cdot}m/s^2}{0.102\ kg} = 9{,}8\ m/s^2$$



$m = 10.2$ kg

$F = 100$ N

$100\ N = 100\ kg{\cdot}m/s^2$

$F = ma$

$a = \frac{F}{m}$

$$a = \frac{100\ kg{\cdot}m/s^2}{10.2\ kg} = 9{,}8\ m/s^2$$

كُتلةُ التفّاحةِ أصغرُ من كُتلةِ البطِّيخةِ. لذلكَ، تحتاجُ التفّاحةُ إلى قوّةٍ أصغرَ ممّا تحتاجُ إليه البطِّيخةُ لتحصلَ على العجلةِ نفسِها.

التعبيرُ الرياضيُّ للقانونِ الثاني لنيوتن

يمكنُ أن يُعبَّرَ عن العلاقةِ بين العجلةِ (a) والكتلةِ (m)، والقوَّةِ (F) بالعلاقةِ الرياضيَّةِ التاليةِ:

$$a = (m/S^2) = \frac{F(N)}{m(kg)} \qquad a = \frac{F}{m} \qquad F = m \times a$$

يشرحُ القانونُ الثاني لنيوتن لماذا تسقطُ الأجسامُ نحوَ الأرضِ بالعجلةِ نفسِها. يُمكنُكَ أن ترى في **الشكل ٥**، أنَّ قوّةَ الجاذبيَّةِ الكبيرةَ المطبَّقةَ على البطِّيخةِ تتكافأُ مع الكتلةِ الكبيرةِ للبطِّيخةِ. لذلك تجدُ أنَّ عجلةَ البطِّيخةِ مساوٍ لعجلةِ التفّاحةِ عندما تحلُّ المسألةَ لتجدَ العجلةَ.

وقفةٌ مع الرياضيّاتِ

مسائلُ عن القانونِ الثاني

ما عجلةُ جسمٍ كتلتُهُ 3 kg إذا استُخدِمَ لتحريكِهِ قوّةٌ مقدارُها 14.4 N؟ ملاحظة: (1 N يُعادِلُ $1\ kg{\cdot}m/s^2$).

١. اكتبِ العلاقةَ الرياضيَّةَ للقانونِ الثاني لنيوتن

$$a = \frac{F}{m}$$

٢. عَوِّضْ F و m بقيمتَيهما المعطاتَينِ في المسألةِ، وحُلَّ المعادلةَ.

$$a = \frac{14.4\ \cancel{kg}{\cdot}m/s^2}{3\ \cancel{kg}} = 4.8\ m/s^2$$

طبِّقْ

١. ما عجلةُ جسمٍ كتلتُهُ 7 kg إذا استُخدِمَ لتحريكِهِ نحوَ الأرضِ قوّةٌ مقدارُها 68.6 N؟

٢. ما مقدارُ القوّةِ التي نحتاجُ إليها لتسريعِ سيّارةٍ كتلتُها 1250 kg بمعدَّلِ $40\ m/s^2$؟

٣. يحملُ حرّاسُ إحدى حدائقِ الحيواناتِ نقّالةً عليها قفصٌ به أسدٌ نائمٌ. الكُتلةُ الإجماليَّةُ للأسدِ والنقّالةِ والقفصِ 175 kg. ما مقدارُ القوّةِ اللازمةِ لإعطاءِ الأسدِ عجلةً مقدارُها $2\ m/s^2$؟

قانونُ الحركةِ الثالثِ لنيوتُن

كلّما طبّقَ جسمٌ قوّةً على جسم ثانٍ، يُطبّقُ الجسمُ الثاني على الجسم الأوّل قوّةً تساوي في المقدارِ القوّةَ الأولى لكنّها تعاكسُها في الاتّجاه.

يمكنُ ترجمةُ نصِّ القانونِ الثالثِ بكلِّ بساطةٍ كما يلي: تؤثِّرُ جميعُ القُوى بشكلِ أزواجٍ. فعندما تُطبَّقُ قوّةٌ، تُحدِثُ قوّةً أخرى لها نفسُ مقدارِ القوّةِ الأولى لكنَّ اتِّجاهَها معاكسٌ لاتِّجاهِ الأولى. يتناولُ القانونُ قوّتَين فقط. علمًا بأنَّ الطريقةَ التي تتفاعلُ بها أزواجُ القوى تؤثِّرُ هي أيضًا في حركةِ الأجسامِ.

كيف تؤثِّرُ القُوى على شكلِ أزواجٍ؟ ادرُسِ **الشكلَ ٦** لتتعلَّمَ كيف تساعدُ إحدى قوّتَيْ زوجٍ من القُوى على دفعِ السبّاحِ في الماءِ. يوجدُ أزواجٌ من الفعلِ وردِّ الفعلِ في غيابِ الحركةِ وفي وجودِها. فمثلاً، تطبَّقُ قوّةٌ على الكرسيِّ عندما تجلسُ عليه. القوّةُ التي تطبِّقُها على الكرسيِّ هي الفعلُ، وهي متّجهةٌ إلى أسفلَ وتساوي وزنَك. أمّا قوّةُ ردِّ الفعلِ المطبَّقةُ من الكرسيِّ عليكَ فإنّها تدفعُ جسمَكَ إلى أعلى وتساوي وزنَك كذلك.

لا يؤثِّرُ زوجا القوّةِ على الجسمِ نفسِه

تكونُ القوّةُ دائمًا مُطبّقةً من جسمٍ على جسمٍ آخرَ. هذه القاعدةُ صحيحةٌ بالنسبةِ إلى جميعِ القوى، ومنها قوّتا الفعلِ وردِّ الفعل. لكنَّ قوّتَي الفعلِ وردِّ الفعلِ لا تؤثِّرانِ في الوقتِ نفسِه في نفسِ الجسم. فإذا أثّرتا في الجسمِ نفسِه، فإنَّ محصِّلةَ القوى ستكونُ دائمًا صفرًا، وبالتالي لن يتحرَّكَ أيُّ جسمٍ! لتُدركَ كيف تؤثِّرُ قوّتا الفعلِ وردِّ الفعلِ في الأجسامِ، انظرْ من جديدٍ **الشكلَ ٦**. قوّةُ الفعلِ مطبّقةٌ على الماءِ من قبَلِ يدَيِ السبّاحِ. لكنَّ قوّةَ ردِّ الفعلِ مُطبّقةٌ على يدَيِ السبّاحِ من قبَلِ الماءِ. لا تؤثِّرُ القوّتانِ في الجسمِ نفسِه.

نشاطٌ منزليٌّ

حفلةُ نيوتُن

العبْ لعبةَ المُصارعةِ مع شخصٍ راشدٍ. خلالَ اللّعبِ، ناقشْ معه كيف تَدخلُ قوانينُ نيوتُن في هذه اللعبةِ. بعد انتهائِكُما من اللعبةِ، ضَعْ لائحةً تكشِفُ ما تمَّتْ مناقشتُه.

تحقَّقْ

ما العلاقةُ بين قوّتَيْ كلِّ زوجٍ من القوى؟

الشكلُ ٦ تشكِّلُ قوّةُ الفعلِ مع قوّةِ ردِّ الفعلِ زوجَ قُوى. تتساوى هاتانِ القوّتانِ في المقدارِ، لكنّهما تتعاكسانِ في الاتّجاهِ.



الشكلُ ٧ أمثلةٌ على أزواجِ قوّتيِ الفعلِ وردِّ الفعلِ



يُطبِّقُ المضربُ قوّةً على الكرةِ فيدفَعُها لتطيرَ في الهواءِ. وتُطبِّقُ الكرةُ قوّةً مساويةً على المضربِ، ولكنَّ المضربَ لا يتحرَّكُ إلى الوراءِ لأنَّ اللاعبَ يستمرُّ في تطبيقِ قوّةٍ عليه.

تُطبِّقُ قدما الأرنبِ قوّةً على الأرضِ. وتُطبِّقُ الأرضُ في الوقتِ نفسِهِ قوّةً مساويةً على قدمَي الأرنبِ، وتتسبَّبُ هذه القوّةُ في دفعِ الأرنبِ نحوَ الأعلى.





تدفعُ محرِّكاتُ مكُّوكِ الفضاءِ الغازاتِ إلى أسفلَ، وفي الوقتِ نفسِهِ تدفعُ الغازاتُ المكُّوكَ إلى أعلى بقوّةٍ مساويةٍ.

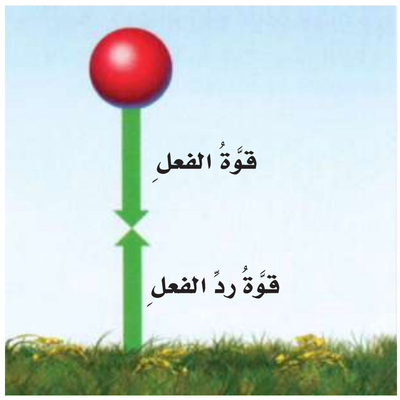
جميعُ القُوى تعملُ أزواجًا: قوّةُ فعلٍ وقوّةُ ردِّ الفعلِ

يدلُّ القانونُ الثالثُ لنيوتن على أنَّ جميعَ القوى تعملُ أزواجًا، إذ عندَما تُطبَّقُ قوّةٌ، تنشأُ دائمًا قوّةُ ردِّ فعلٍ. لا توجدُ أبدًا أيُّ قوّةٍ بمعزلٍ عن قرينتِها. يبيِّنُ **الشكلُ ٧** بعضَ الأمثلةِ على أزواجِ قوّتَيِ الفعلِ وردِّ الفعلِ. في كلِّ مثالٍ تُبَيَّنُ قوّةُ الفعلِ باللونِ الأصفرِ وقوّةُ ردِّ الفعلِ باللونِ الأحمرِ.

من الصعبِ رؤيةُ تأثيرِ ردِّ الفعلِ

يبيِّنُ **الشكلُ ٨** مثالاً آخرَ على زوجَيِ القوى. قوّةُ الجاذبيَّةِ قوّةُ تجاذبٍ بينَ الأجسامِ، وهي ناتجةٌ عن كتلِ هذه الأجسامِ. عندَما تُفلِتُ يدُكَ كرةً، تشدُّها الجاذبيَّةُ نحوَ الأرضِ. هذه القوّةُ هي قوّةُ فعلٍ تُطبِّقُها الأرضُ على الكرةِ. لكنَّ الكرةَ تشدُّ أيضًا الأرضَ نحوَها. هذه القوّةُ هي قوّةُ ردِّ فعلٍ تُطبِّقُها الكرةُ على الأرضِ.

من السهلِ رؤيةُ أثرِ قوّةِ الفعلِ إذ تسقطُ الكرةُ نحوَ الأرضِ. لماذا لا تلاحظُ تأثيرَ قوّةِ ردِّ الفعلِ؟ هل تنجذبُ الأرضُ إلى أعلى؟ لإيجادِ الإجابةِ عن هذا السؤالِ، فكِّرْ في القانونِ الثاني لنيوتن. إنَّهُ ينصُّ على أنَّ عجلةَ جسمٍ تعتمدُ على القوّةِ المطبَّقةِ عليْهِ وعلى كُتلتِه. مقدارُ القوّةِ المطبَّقةِ على الأرضِ يساوي مقدارَ القوّةِ المطبَّقةِ على الكرةِ. فعجلةُ الأرضِ إذن أصغرُ بكثيرٍ من عجلةِ الكرةِ. إنَّها من الصِّغرِ بحيثُ لا يُمكنُكَ ملاحظتُها ولا الشعورُ بها.



الشكلُ ٨ قوّةُ الجاذبيَّةِ بينَ الأرضِ والجسمِ الساقطِ هي واحدةٌ من أزواجِ القُوى.

تحقَّقْ

لماذا تسقطُ الأجسامُ نحوَ الأرضِ؟

مُراجعةُ القسم

ملخَّص



- ينصُّ قانونُ الحركةِ الأوَّلِ لنيوتُن على أنَّ حركةَ أيِّ جسمٍ لا تتغيَّرُ ما لم تطبَّقْ علَيه قوًى غير متوازنة.
- لا تتحرَّكُ الأجسامُ الساكنةُ ما لم تخضعْ لقوَّةٍ.
- الأجسامُ المتحرِّكةُ تستمرُّ في حركتِها بسرعةٍ ثابتةٍ وعلى خطٍّ مستقيم ما لم تخضعْ لقوَّةٍ.
- القصورُ الذاتيُّ هو مَيلُ الأجسامِ إلى مقاومةِ أيِّ تغييرٍ في حركتِها. والكتلةُ هي قياسٌ للقصورِ الذاتيِّ.
- ينصُّ قانونُ الحركةِ الثاني لنيوتُن على أنَّ عجلةَ أيِّ جسمٍ تعتمدُ على كُتلتِه وعلى القوَّةِ المطبَّقةِ علَيه.
- يُعبَّرُ عن القانونِ الثاني لنيوتُن بالعلاقةِ الرياضيَّةِ الآتيةِ: $F = m \times a$.
- ينصُّ قانونُ الحركةِ الثالثُ لنيوتُن على أنَّه كلَّما طَبَّقَ جسمٌ قوَّةً على جسمٍ ثانٍ، يُطبِّقُ الجسمُ الثاني على الجسمِ الأوَّلِ قوَّةً مساويةً لها في المقدارِ لكنَّها معاكسةٌ لها في الاتِّجاه.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. وضِّحِ المقصودَ بمفردةِ: **القصورِ الذاتيِّ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٢. أيٌّ ممّا يلي يزيدُ من عجلةِ جسمٍ تدفعُهُ قوَّةٌ؟
أ. تخفيضُ كُتلةِ الجسمِ.
ب. زيادةُ كُتلةِ الجسمِ.
ج. زيادةُ القوَّةِ الدافعةِ للجسمِ.
د. الإجابتانِ (أ) و(ج).

٣. أعطِ ثلاثةَ أمثلةٍ على أزواجِ قوًى تحصلُ عندما تُنفِّذُ واجبَكَ المنزليَّ.

٤. ما نصُّ قانونِ الحركةِ الأوَّلِ لنيوتُن بالنسبةِ إلى الأجسامِ الساكنةِ وبالنسبةِ إلى الأجسامِ المتحرِّكة؟

٥. استخدمِ القانونَ الثانيَ لنيوتُن لوصفِ العلاقةِ بينَ القوَّةِ، والكُتلةِ، والعجلةِ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. ما مقدارُ القوَّةِ المُطبَّقةِ على جسمٍ كتلتُهُ 70 kg ومقدارُ عجلتِه $4.2\ m/s^2$؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: عندَما تشُدُّ قاطرةٌ مقطورةً، تتسارعُ القاطرةُ والمقطورةُ إلى الأمامِ علمًا أنَّ الفعلَ وردَّ الفعلِ لهُما المقدارُ نفسُهُ واتِّجاهانِ متعاكسان. فلماذا لا توازنُ إحدى هاتَيْنِ القوَّتَيْنِ القوَّةَ الأخرى؟

٨. **الاستدلال**: استخدمْ قانونَ الحركةِ الأوَّلَ لنيوتُن لتوضِّحَ الدورَ المهمَّ لحزامِ الأمانِ في السيّاراتِ في أثناءِ حوادثِ الاصطدامِ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّة

٩. تخيَّلْ أنَّك تضربُ بيدِكَ طاولةً، كما يظهرُ في الصورةِ التاليةِ. فأنت تشعرُ، إثرَ ذلك، بألمٍ في يدِك. استخدمْ قانونَ الحركةِ الثالثَ لنيوتُن لتوضِّحَ ما تسبَّبَ في إيذاءِ يدِك.





مُراجَعَةُ الْفَصلِ

استخدامُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. طابقْ بين كُلِّ مُفردةٍ وتعريفِها بوضعِ حرفِ المُفردةِ في الفراغِ المُناسبِ.

أ. السقوطُ الحرُّ
ب. القصورُ الذاتيُّ
ج. السرعةُ الحدّيّةُ

______ ، هو خاصَّةُ مَيلِ الجسمِ إلى المحافظةِ على حالتِه الحركيَّةِ.

______ هي أكبرُ مقدارٍ للسرعةِ الثابتةِ يصلُ إليها الجسمُ الساقطُ.

______ هي حركةُ الجسمِ تحتَ تأثيرِ الجاذبيَّةِ فقط.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٢. عندما تركلُ بقدمِكَ كرةً، لا تُلغِي قوَّتا الفعلِ وردِّ الفعلِ الواحدةُ الأخرى، لأنَّ:

أ. القوَّتَينِ ليستا متساويتَينِ في المقدارِ.
ب. القوّتينِ مُطبَّقتانِ على جسمَينِ مختلفَيْنِ.
ج. القوَّتَينِ تُطبَّقانِ في أوقاتٍ مختلفةٍ.
د. القوتانِ لهما نفسُ الاتِّجاهِ.

٣. يطبَّقُ قانونُ الحركةِ الأوَّلُ لنيوتُن على:

أ. الأجسامِ المتحرِّكةِ.
ب. الأجسامِ الساكنةِ.
ج. الأجسامِ المتسارعةِ.
د. كلٍّ من (أ) و(ب).

٤. ليكونَ لجسمَيْنِ العجلةُ نفسُها، يجبُ أن تكونَ القوَّةُ المستخدمةُ لدفعِ الجسمِ الأكبرِ كتلةً:

أ. أصغرَ من القوَّةِ المُستخدمةِ لدفعِ الجسمِ الأصغرِ كتلةً.
ب. أكبرَ من القوَّةِ المُستخدمةِ لدفعِ الجسمِ الأصغرِ كتلةً.
ج. مساويةً للقوَّةِ المُستخدمةِ لدفعِ الجسمِ الأصغرِ كتلةً.
د. مساويةً لوزنِ الجسمِ.

٥. كرةُ غولفٍ وكرةُ بولينجَ تخضعانِ لقوَّتينِ مُتساويتَينِ إن عجلةَ كرةِ الغولفِ:

أ. أكبرُ من عجلةِ كرةِ البولينجِ، لأنَّ كتلتَها أكبرُ.
ب. أكبرُ من عجلةِ كرةِ البولينجِ لأنَّ كتلتَها أصغرُ.
ج. تساوي عجلةَ كرةِ البولينجِ لأنّهما تخضعانِ للقوَّةِ نفسِها.
د. البياناتُ ليستْ كافيةً لتحديدِ الجوابِ.

٦. ما مقدارُ عجلةِ جسمٍ في حالةِ سقوطٍ حرٍّ بالقُربِ من سطحِ الأرضِ؟

أ. 9.8 m/s.
ب. $9.8\ m/s^2$.
ج. 9.8. m.
د. $9.8\ m/s^3$.



إجابةٌ قصيرةٌ

٧. أعطِ مثالاً على جسمٍ في حالةِ سقوطٍ حرٍّ.

٨. ما العلاقةُ بين قوّةِ الجاذبيَّةِ ومقاومةِ الهواءِ عندَما يصلُ الجسمُ إلى سرعتِه الحدّيَّةِ.

٩. لماذا يجعلُ الاحتكاكُ التوصُّلَ عمليًّا إلى قانونِ الحركةِ الأوَّلِ لنيوتن أمرًا صعبًا؟

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

١٠. تسقطُ صخرةٌ كتلتُها 12kg من أعلى جرفٍ، وتصطدمُ بسطحِ الأرضِ بعدَ 1.5s . مع إهمالِ مقاومةِ الهواءِ:

أ. ما عجلةُ الصخرةِ؟

ب. جِدْ سرعةَ الصخرةِ قُبَيْلَ اصطدامِها بسطحِ الأرضِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

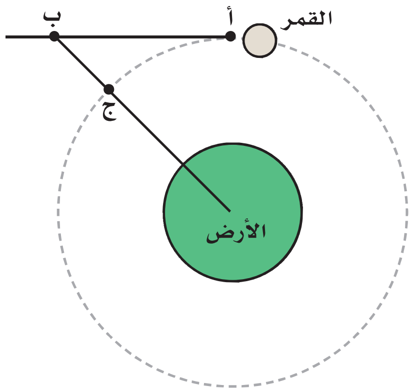
١١. **خريطةُ المفاهيمِ:** وظِّفِ المفاهيمَ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: **قوّةَ الجاذبيَّةِ، والسقوطَ الحرَّ، والسرعةَ الحدّيَّةَ، ومقاومةَ الهواءِ.**

١٢. **تحديدُ العلاقاتِ:** عندَ إطلاقِ مكُّوكٍ فضائيٍّ، يحترقُ 830 000 kg منَ الوقودِ خلالَ ٨ دقائقَ. يُؤمِّنُ الوقودُ قوّةَ دفعٍ ثابتةً إلى الأمامِ. كيف يوضِّحُ قانونُ الحركةِ الثاني لنيوتُن ازديادَ عجلةِ المكُّوكِ أثناءَ احتراقِ الوقودِ؟

١٣. **تطبيقُ المفاهيمِ:** افترضْ أنَّك واقفٌ على مزلجةٍ ورميتَ إلى زميلِك بمحفظةٍ مملوءةٍ كتبًا. ماذا يحصلُ، بحسبِ رأيك؟ وضِّحْ إجابتَك معتمدًا على قانونِ الحركةِ الثالثِ لنيوتُن.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

١٤. يبيِّنُ الرسمُ التالي حركةَ القمرِ حولَ الأرضِ. لو لم تكنْ قوَّةُ الجاذبيَّةِ الأرضيَّةِ موجودةً لاستمرَّ القمرُ في مسارٍ مستقيمٍ (أ ب). يمكنُ تشبيهُ دورانِ القمرِ على الجزءِ (أ ج) بسقوطِه الوهميِّ من أعلى الارتفاعِ (ب ج) إلى أسفلِه. كيف يفسِّرُ القانونُ الثاني لنيوتُن سقوطَ القمرِ؟





الخط الزمني

الوَحدةُ

و

تفاعلاتُ المادَّةِ

ستدرسُ في هذه الوحدةِ التفاعلاتِ التي تغيِّرُ من تركيبِ المادَّةِ. ستتعلَّمُ كيفَ تترابطُ الذرّاتُ لتكوينِ مركَّباتٍ، وكيف تتَّصلُ الذرّاتُ بعضُها ببعضٍ في أشكالٍ مختلفةٍ، لتكوينِ موادَّ جديدةٍ من خلالِ تفاعلاتٍ كيميائيَّةٍ. في النهايةِ، ستتعلَّمُ كيفَ تصنَّفُ التفاعلاتِ، وكيفَ تَزنُ معادلاتِها الكيميائيَّةَ. يتضمَّنُ هذا الخطُّ الزمنيُّ بعضَ الحوادثِ التي أدَّتْ إلى فهمنا الحاليِّ للتفاعلاتِ الكيميائيَّةِ.

١٠٠٠-١٦٥٠

جهدَ الخيميائيّون في البحثِ، بين أشياءَ كثيرةٍ، عن المذيبِ العامِّ الذي يستطيعُ تحويلَ الرصاصِ إلى فلزّاتٍ ثمينةٍ كالذهبِ. كما حاولوا البحثَ عن إكسيرِ الحياةِ الذي يعتقدون بأنه يطيلُ الحياةَ.

١٦٦١

كانَ العالمُ البريطانيُّ روبرت بويل الأوّلَ في طرحِ اتّحادِ الجسيماتِ لتكوينِ جزيئاتٍ. كما ميَّزَ هذا العالِمُ بينَ المركَّباتِ والمخاليطِ.

١٨٥٨

طرحَ الكيميائيُّ الألمانيُّ فريدريك أوجست كيكولي أن الكربونَ يكوِّنُ أربعَ روابطَ كيميائيَّةٍ، وبالتالي يمكنُه تكوينُ سلاسلَ طويلةٍ.

١٨٦٧

طوَّرَ الكيميائيُّ السويديُّ ألفرد نوبل القدرةَ الهائلةَ للديناميتِ المتفجِّرِ والناتجةَ عن تفاعلِ انحلالٍ للنيتروجليسّرين.

١٩٩٦

أدَّتِ المركَّباتُ العضويَّةُ التي اكتُشفَتْ على بعضِ النيازكِ إلى جعلِ العلماءِ يفكّرون في إمكانيَّةِ وجودٍ للحياةِ على كوكبِ المرّيخِ، منذُ أكثرَ من ٣,٦ مليار سنةٍ.



١٧٧٧

اكتشفَ العالِمُ السويديُّ كارل وليام شيل (١٧٤٢-١٧٨٦) الأكسجينَ، والكلورَ، وأوّلَ أكسيدِ الكربونِ. ومن أهمِّ اكتشافاتِه، اكتشافُه لحساسيَّةِ مركَّباتِ الفضَّةِ تجاهَ الضوءِ. فبدأَ من ذلك الحينِ عصرُ الكيمياءِ الضوئيَّةِ.

١٧٨٦

طوَّرَ الكيميائيُّ الفرنسيُّ كلود لويس برتولييه قابليَّةَ التبييضِ للكلورِ.

١٨٢٨

تمَّ في المختبرِ إنتاجُ اليوريا، وهو مركَّبٌ يوجدُ في البولِ. كان الكيميائيّون يعتقدون، حتى ذلك الوقتِ، بأن من غيرِ الممكنِ أن يتمَّ في المختبرِ إنتاجُ المركَّباتِ التي تنتجُها الكائناتُ الحيَّةُ.

١٩٥١

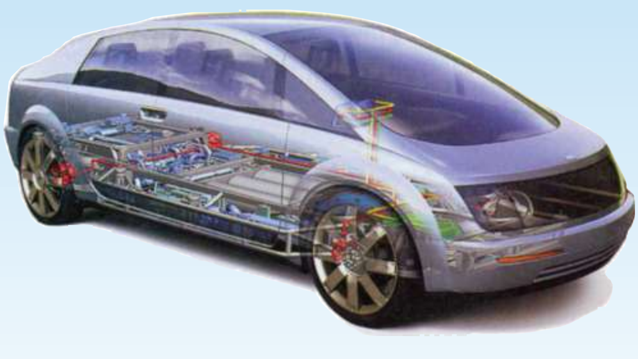
قامَ العالمُ الأمريكيُّ روبرت وودورد (١٩١٧-١٩٧٩) بتركيبِ الكينينِ والكوليسترولِ والكورتيزونِ في المختبرِ. جعلَه ذلك ينالُ جائزةَ نوبل في الكيمياءِ عامَ ١٩٦٥.

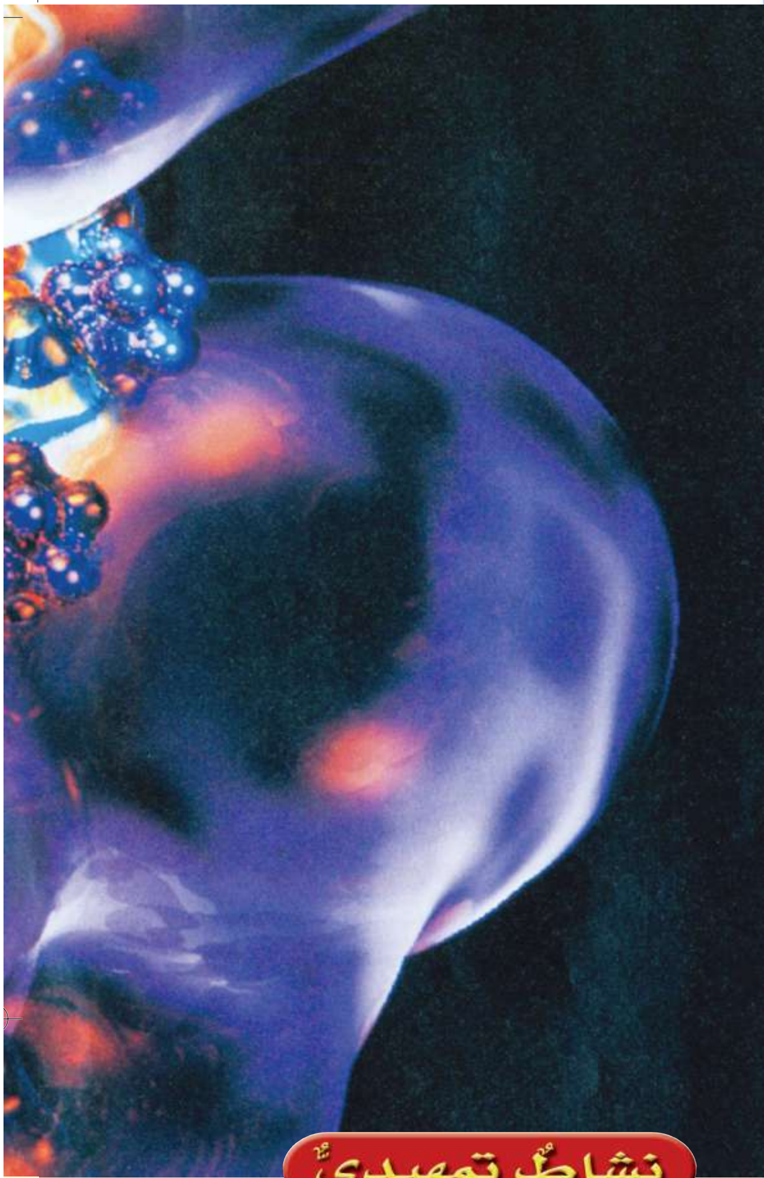
١٩٥٥

أعلنَ العالمان البريطانيّان جيمس واطسون وفرنسيس كريك عن التركيبِ الجزيئيِّ للحمضِ النوويِّ (DNA)، فحلَّ هذا التركيبُ لغزًا ساورَ العلماءَ عن كيفيَّةِ تكاثرِ الكائناتِ الحيَّةِ. ومنذ ذلك الحينِ أصبحَ مكوّنًا أساسيًّا في علمِ البحثِ الجنائيِّ.

٢٠٠٢

طُرحَتْ أوّلُ سيّارةٍ عالميَّةٍ بخلايا وقودِ الهيدروجين.





الفصل ١٢

الترابطُ الكيميائيُّ

الفكرةُ الرئيسة

تتّحدُ الذرّاتُ لتكوّنَ روابطَ أيونيَّةً، وتساهميَّةً، وفلزّيَّةً

القسم

حولَ الصورةِ

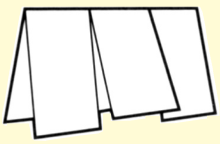
إنَّ ما يشبهُ المنحوتةَ الغريبةَ، هو في الحقيقةِ نموذجٌ للحمضِ الرايبوزي النوويِّ منقوص الأكسجين DNA. و DNA هو أحدُ الجزيئاتِ الأكثرِ تعقيدًا في الكائناتِ الحيَّةِ. تترابطُ الذرّاتُ في DNA ضمنَ أشكالِ خيطيَّةٍ لولبيَّةِ الشكلِ وطويلةٍ جدًّا. تتقابلُ هذه الحبالُ المجدولةُ لتكوّنَ لولبَيْن مزدوجَيْن. يحملُ الـ DNA الرموزَ التي تساعدُ على معرفةِ سماتِ هذه الخليَّةِ، وذلك الكائنِ الحيِّ.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف المـلاحظات

جدولُ اللوحاتِ الثلاث:

قبلَ البدءِ بقراءةِ الفصلِ، قمْ بإعدادِ جدولِ اللوحاتِ الثلاث. عنونْ كلَّ لوحةٍ بالمفرداتِ التاليةِ: «رابطةٌ أيونيَّةٌ»، «رابطةٌ تساهميَّةٌ»، «رابطةٌ فلزّيَّةٌ». خلالَ قراءتِك للفصلِ، اكتبِ المعلوماتِ التي تتعلَّمُها عن كلِّ فئةٍ في اللوحةِ المناسبةِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

من صمغٍ إلى مادّةٍ لزجةٍ ومرنةٍ

يمكنُ لجسيماتِ الصمغِ أن ترتبطَ بجسيماتٍ أخرى، وتجعلُ الأجسامَ متماسكةً. ينتجُ عن اختلافِ أنواعِ الروابطِ فروقٌ في خصائصِ الموادِّ. سوفَ تلاحظُ في هذا النشاطِ كيف يتسبَّبُ تكوينُ الروابطِ في تغييرِ خصائصِ الصمغِ الأبيضِ.

الخُطوات

١. املأْ **كوبًا ورقيًّا صغيرًا من الورق** حتّى ربعِه **بصمغٍ أبيضَ**.

٢. املأْ **كوبًا ثانيًا صغيرًا من الورق** حتى ربعِه **بمحلولِ البورَكس borax**.

٣. اسكبْ محلولَ البورَكس في كوبِ الصمغِ الأبيضِ. حرِّكِ الخليطَ جيّدًا، **بملعقةٍ بلاستيكيَّةٍ** أو **عودٍ خشبيٍّ**.

٤. عندَما يصبحُ الخليطُ كثيفًا جدًّا يصعبُ تحريكُه، أخرجْه من الكوبِ، واعجنْه بأصابعِك. سجِّلْ خصائصَ المادَّةِ الجديدةِ.

التحليل

١. قارنْ خصائصَ الصمغِ الأبيضِ مع خصائصِ المادَّةِ الجديدةِ.

٢. تنتجُ خصائصُ المادَّةِ الجديدةِ عن الروابطِ بينَ البورَكسِ والصمغِ الأبيضِ. توقَّعْ خصائصَ المادَّةِ الجديدةِ إذا استخدمْتَ كمّيَّةً أقلَّ من البورَكسِ.

القسمُ ١

الإلكتروناتُ والترابطُ الكيميائيُّ

هل فكَّرْتَ يومًا أنك باستخدامِ الحروفِ الأبجديَّةِ الثمانيةِ والعشرينَ، تستطيعُ تركيبَ جميعِ الكلماتِ التي تستخدمُها كلَّ يوم؟

بالرغمِ من أن عددَ الحروفِ الأبجديَّةِ محدودٌ، فإن تركيبَها بطرقٍ مختلفةٍ يؤدّي إلى عددٍ ضخمٍ من الكلماتِ. بالطريقةِ نفسِها التي يتمُّ بها تكوينُ الكلماتِ بجمعِ الحروفِ، يمكنُ تكوينُ موادَّ باتحادِ ذرّاتٍ.

جمعُ الذرّاتِ عبرَ ترابطٍ كيميائيٍّ

انظرْ إلى **الشكل ١**. ثمَّ انظرْ حولَك في الغرفةِ. كلُّ شيءٍ تشاهدُه من طاولاتٍ، وأقلامٍ، وأوراقٍ، وحتى زملاءَ، مكوَّنٌ من ذرّاتِ عناصرَ. جميعُ الموادِّ مكوَّنةٌ من ذرّاتِ عنصرٍ أو عناصرَ عدَّةٍ، قد تصلُ حتّى ١٠٠ عنصرٍ. تتَّحدُ ذرّاتُ الكربونِ والهيدروجينِ والأكسجينِ مثلاً، في عدَّةِ أنماطٍ لتكوُّنِ السكَّرِ أو الكحولِ أو حمضِ السيتريك. **الترابطُ الكيميائيُّ Chemical bonding** هو اتِّصالٌ بينَ الذرّاتِ يكوِّنُ موادَّ جديدةً. تختلفُ خصائصُ هذه الموادِّ عن خصائصِ العناصرِ الأصليَّةِ. يُسمّى التجاذبُ الذي يجعلُ ذرَّتيْنِ متَّصلتَيْنِ معًا **الرابطةَ الكيميائيَّةَ Chemical bond**. عندما تتكوَّنُ الروابطُ الكيميائيَّةُ، تتشاركُ الذرّاتُ في إلكتروناتٍ، أو تفقدُها أو تكسبُها.

مناقشةُ الترابطِ باستخدامِ النظريّاتِ والنماذجِ

لا يمكنُنا رؤيةُ الذرّاتِ بالعينِ المجرَّدةِ. والعلماءُ على مدى أكثرَ من ١٥٠ سنةً أجرَوا تجاربَ، أدَّتْ إلى نظريَّةِ الترابطِ الكيميائيِّ. تذكَّرْ أنَّ النظريَّةَ تفسيرٌ لبعضِ الظواهرِ يعتمدُ على الملاحظةِ، والتجربةِ، والبرهانِ. يساعدُ استخدامُ النماذجِ الناسَ على مناقشةِ النظريَّةِ التي فسَّرتْ كيفيَّةَ تكوينِ الذرّاتِ للروابطِ، ولماذا.



الشكلُ ١ كلُّ شيءٍ تراهُ في هذه الصورةِ مكوَّنٌ من ذرّاتٍ متَّحدةٍ.

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ الترابطَ الكيميائيَّ.
- يحدِّدُ عددَ إلكتروناتِ التكافؤ.
- يتوقَّعُ إمكانيَّةَ تكوينِ الذرَّةِ للروابطِ.

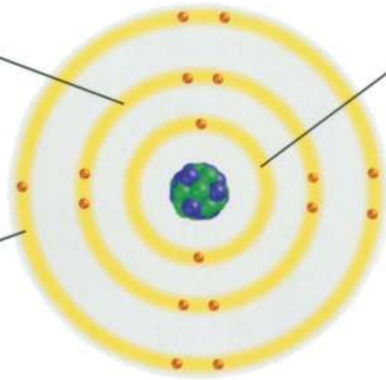
المفرداتُ والمفاهيمُ

الترابطُ الكيميائيُّ
الرابطةُ الكيميائيَّةُ
إلكتروناتُ التكافؤ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة : اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. اكتبْ ما لديكَ من أسئلةٍ عنه. ناقشْ أسئلتَك ضمنَ مجموعةٍ صغيرةٍ.

الشكلُ ٢ ترتيبُ الإلكتروناتِ في الذرَّةِ



❶ يكونُ **مستوى الطاقةِ الأوّلُ** الأقربَ إلى النواةِ. وبإمكانِ هذا المستوى استيعابُ إلكترونَيْن كحدٍّ أقصى.

❷ تبدأُ الإلكتروناتُ بملءِ **مستوى الطاقةِ الثاني**، فقطْ بعدَ أن يمتلئَ المستوى الأوَّلُ. يستطيعُ المستوى الثاني استيعابَ ٨ إلكتروناتٍ كحدٍّ أقصى.

❸ يحتوي **مستوى الطاقةِ الثالثُ** لنموذجِ ذرَّةِ الكلورِ هذا على ٧ إلكتروناتٍ فقطْ. لذلكَ تحتوي ذرَّةُ الكلورِ على ١٧ إلكترونًا فقطْ. المستوى الخارجيُّ هذا ليسَ ممتلئًا.

عددُ الإلكتروناتِ وترتيبُها

لتتعرَّفَ كيفَ تكوِّنُ الذرّاتُ الروابطَ الكيميائيَّةَ عليكَ أنْ تتعرَّفَ الإلكتروناتِ في الذرَّةِ. يمكنُ تحديدُ عددِ الإلكتروناتِ في ذرَّةٍ من العددِ الذرّيِّ للعنصرِ. **العددُ الذرّيُّ** هو عددُ البروتوناتِ في الذرَّةِ. ولكن ليسَ للذرّاتِ شحنةٌ. لذلكَ يمثِّلُ العددُ الذرّيُّ أيضًا عددَ الإلكتروناتِ في الذرَّةِ.

تنتظمُ الإلكتروناتُ في الذرَّةِ ضمنَ مستوياتِ طاقةٍ. يبيِّنُ **الشكلُ ٢** نموذجَ توزيعِ الإلكتروناتِ وترتيبِها في ذرَّةِ الكلورِ. يساعدُ هذا النموذجُ والنماذجُ الأخرى على تحديدِ عددِ الإلكتروناتِ في كلِّ مستوًى من مستوياتِ الطاقةِ للذرّاتِ. لكنَّ هذه النماذجَ لا تبيِّنُ التركيبَ الحقيقيَّ للذرّاتِ.

الترابطُ الكيميائيُّ: اتِّحادُ ذرّاتٍ لتكوينِ جزيئاتٍ أو مركَّباتٍ أيونيَّةٍ.

الرابطةُ الكيميائيَّةُ: تجاذبٌ يجعلُ الذرّاتِ أو الأيوناتِ متَّصلةً بعضُها ببعضٍ.

إلكتروناتُ التكافؤِ: إلكتروناتٌ تقعُ في الطبقةِ الخارجيَّةِ للذرَّةِ، وتحدِّدُ الخصائصَ الكيميائيَّةَ للذرَّةِ.

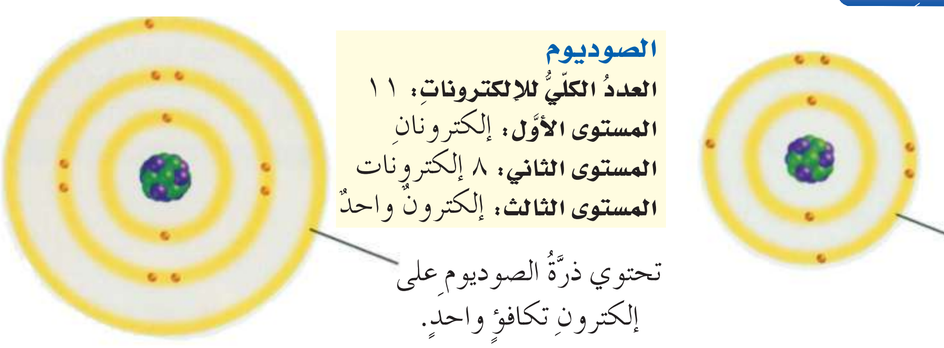
المُستوى الخارجيُّ الأبعدُ للإلكتروناتِ والترابطِ

ليسَتْ جميعُ الإلكتروناتِ في الذرَّةِ تساهمُ في تكوينِ الروابطِ الكيميائيَّةِ. فمعظمُ الذرّاتِ تكوِّنُ روابطَ باستخدامِ إلكتروناتِ مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الأبعدِ فقطْ. تُسمّى الإلكتروناتُ التي تقعُ في مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الأبعدِ **إلكتروناتِ التكافؤِ** Valence electron. يبيِّنُ نموذجا **الشكلُ ٣** إلكتروناتِ التكافؤِ في ذرَّتَيْنِ.

تحقَّقْ

أيُّ إلكتروناتٍ تُستخدَمُ لتكوينِ الروابطِ؟

الشكلُ ٣ عددُ إلكتروناتِ التكافؤِ



الأكسجين
العددُ الكلّيُّ للإلكترونات: ٨
المستوى الأوَّل: إلكترونان
المستوى الثاني: ٦ إلكترونات

تحتوي ذرَّةُ الأكسجين على ٦ إلكتروناتِ تكافؤٍ.

الصوديوم
العددُ الكلّيُّ للإلكترونات: ١١
المستوى الأوَّل: إلكترونان
المستوى الثاني: ٨ إلكترونات
المستوى الثالث: إلكترونٌ واحدٌ

تحتوي ذرَّةُ الصوديوم على إلكترونِ تكافؤٍ واحدٍ.

الشكلُ ٤ تحديدُ عددِ إلكتروناتِ التكافؤ

تمتلكُ ذرّاتُ عناصرِ **المجموعاتِ ١٣-١٨** عددَ إلكتروناتِ تكافؤٍ أقلَّ بعشرةٍ من رقمِ مجموعتِها. أما الهيليومُ فيمتلكُ إلكترونَيْ تكافؤٍ فقطْ.

عددُ إلكتروناتِ التكافؤِ في ذرّاتِ عناصرِ **المجموعتَيْن ١ و ٢**، هو رقمُ المجموعةِ نفسِها.

لا توجدُ قاعدةٌ تربُطُ بين عددِ إلكتروناتِ التكافؤِ لذرّاتِ العناصرِ في **المجموعاتِ ٣-١٢**، ورقمِ المجموعةِ التي تنتمي إليها الذرَّةُ.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Uuu	Uub		Uuq				

إلكتروناتُ التكافؤِ والجدولُ الدوريُّ

يمكنُكَ استخدامُ نموذجٍ لتحدِّدَ عددَ إلكتروناتِ التكافؤِ في ذرَّةٍ ما. لكن ماذا تفعلُ إذا لم يكنْ لديك نموذجٌ؟ بإمكانِك استخدامُ الجدولِ الدوريِّ لتحدِّدَ عددَ إلكتروناتِ التكافؤِ لذرّاتِ بعضِ العناصرِ.

نُظِّمَتِ العناصرُ اعتمادًا على خصائصَ مُتشابهةٍ. فعددُ إلكتروناتِ التكافؤِ متساويةٌ في جميعِ عناصرِ المجموعةِ الواحدةِ. لذلك يمكنُ أن تساعدَك أرقامُ المجموعاتِ على تحديدِ عددِ إلكتروناتِ التكافؤِ لبعضِ الذرّاتِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٤**.

تكوينُ الروابطِ

إن عددَ الإلكتروناتِ في مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الأبعدِ للذرَّةِ هو الذي يحدِّدُ إن كانَ بإمكانِ الذرَّةِ تكوينُ روابطَ أم لا.

في العادةِ، لا تُكوِّنُ ذرّاتُ الغازاتِ النبيلةِ (المجموعةِ ١٨) روابطَ كيميائيَّةً. باستثناءِ الهيليوم، تمتلكُ ذرّاتُ عناصرِ المجموعةِ ١٨) ثمانيةَ إلكتروناتِ تكافؤٍ. إن امتلاكَ ٨ إلكتروناتِ تكافؤٍ هو حالةٌ خاصَّةٌ. حقيقةُ الأمرِ أن الذرّاتِ التي تمتلكُ ٨ إلكتروناتٍ في مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الأبعدِ لا تكوِّنُ روابطَ في العادةِ لأنه يعدُّ ممتلئًا.

رابطُ دراساتٍ اجتماعيَّةٍ

تاريخُ غازٍ نبيلٍ

عندَما نظَّمَ مندلييف أوَّلَ جدولٍ دوريٍّ، لم يضمِّنْ جدولَه الغازاتِ النبيلةَ. لم تكنْ تلك الغازاتُ قد اكتُشفَتْ بعدُ. قمْ ببحثٍ عن تاريخِ اكتشافِ واحدٍ من الغازاتِ النبيلةِ. اكتبْ فقرةً تلخِّصُ ما تعلَّمْتَه.

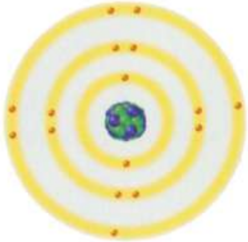
تحقَّقْ

أيُّ مجموعةٍ من الجدولِ الدوريِّ نادرًا ما تكوِّنُ ذرّاتُها روابطَ كيميائيَّةً؟

ملءُ مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الأبعدِ

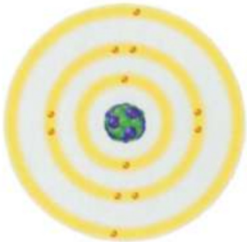
الذرَّةُ التي لديْها عددُ إلكتروناتِ تكافؤٍ أقلُّ من ٨ إلكتروناتِ تكافؤ، يكونُ احتمالُ تكوينِها لروابطَ أكبرَ من تلك التي لديها ٨ إلكتروناتِ تكافؤ. ترتبطُ الذرّاتُ بكسبِ إلكتروناتٍ أو بفقدِ إلكتروناتٍ أو بتشارُكِها في إلكترونات، لتملأَ مستوى الطاقةِ الخارجيَّ الأبعدَ. يحتوي مستوى الطاقةِ الخارجيُّ الأبعدُ الممتلئُ على ٨ إلكتروناتِ تكافؤ. يصفُ **الشكلُ ٥** كيفَ يمكنُ لذرَّتيْن أن تملأَ مستوى الطاقةِ الخارجيَّ الأبعدَ فيها.

الشكلُ ٥ ملءُ مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الأبعدِ



الكبريت

لذرَّةِ الكبريتِ ٦ إلكتروناتِ تكافؤ. يمكنُها أن تمتلكَ ٨ إلكتروناتِ تكافؤٍ بتشارُكِها في إلكترونَيْن مع ذرّاتٍ أخرى، أو بكسبِها إلكترونَيْن من ذرّاتٍ أخرى.



المغنيسيوم

لذرَّةِ المغنيسيوم إلكترونا تكافؤ. يمكنُها أنْ تحصلَ على مستوًى خارجيٍّ أبعدَ ممتلئٍ بفقدانِها إلكترونَيْن. يصبحُ عندَها مستوى الطاقةِ الثاني مستوى الطاقةِ الخارجيَّ الأبعدَ، ويحتوي على ٨ إلكتروناتٍ.

هل يشكِّلُ إلكترونان مستوى طاقةٍ خارجيًّا ممتلئًا؟

لا تحتاجُ جميعُ الذرّاتِ إلى ٨ إلكتروناتِ تكافؤٍ لكي يكونَ مستوى الطاقةِ الخارجيُّ الأبعدُ فيها ممتلئًا. تحتاجُ ذرّاتُ الهيليومِ إلى إلكترونَيْ تكافؤٍ فقطْ. ذلك أن مستوى الطاقةِ الخارجيَّ الأبعدَ لذرَّةِ الهيليومِ هو أوَّلُ مستوى طاقةٍ. يمكنُ لمستوى الطاقةِ الأوّلِ لأيِّ ذرَّةٍ احتواءُ إلكترونَيْن فقط. لذلك يكونُ مستوى الطاقةِ الخارجيُّ الأبعدُ لذرَّةِ الهيليوم ممتلئًا، إذا كانَ يحتوي على إلكترونَيْن فقط. تكوِّنُ أيضًا ذرّاتُ الهيدروجين روابطَ، عبرَ كسبِها إلكتروناتٍ أو تشارُكِها في إلكتروناتٍ، ليكونَ لها إلكترونان في مستوى الطاقةِ الأوَّلِ.

مراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- الترابطُ الكيميائيُّ هو اتّصالُ الذرّاتِ بعضِها ببعضٍ لتكوينِ موادَّ جديدةٍ. الرابطةُ الكيميائيَّةُ تجاذبٌ يجعلُ ذرّتيْن متّصلتيْن إحداهُما بالأخرى.
- إلكتروناتُ التكافؤِ إلكتروناتٌ تقعُ في مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الأبعدِ لذرَّةٍ ما.
- تكوِّنُ معظمُ الذرّاتِ روابطَ باكتسابِ إلكتروناتٍ أو بفقدانِ إلكتروناتٍ، أو بالتشاركِ في إلكتروناتٍ، إلى أن تحصلَ على ٨ إلكتروناتِ تكافؤ. تحتاجُ ذرّاتُ بعضِ العناصرِ إلى إلكترونَيْن فقطْ، لملءِ مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الأبعدِ لديْها.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِكَ جملةً تعبِّرُ عن العلاقةِ بينَ مفهومَيِ: الرابطةِ الكيميائيَّةِ و إلكتروناتِ التكافؤِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ من الذرّاتِ التاليةِ لا تكوِّنُ روابطَ في العادةِ؟
   - أ. الكالسيوم.
   - ب. النيون.
   - ج. الهيدروجين.
   - د. الأكسجين.

٣. صفِ الترابطَ الكيميائيَّ.

٤. وضِّحْ كيفَ تُستخدمُ الإلكتروناتُ التكافؤُ لتكوينِ مستوى طاقةٍ خارجيٍّ ممتلئٍ.

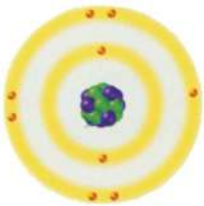
تفكيرٌ ناقدٌ

٥. **استدلال**: كيفَ يمكنُ لذرَّةٍ لها ٥ إلكتروناتِ تكافؤٍ أنْ تكوِّنَ مستوى طاقةٍ خارجيًّا ممتلئًا؟

٦. **تطبيقُ المفاهيمِ**: حدِّدْ عددَ إلكتروناتِ التكافؤِ في ذرَّةِ باريوم بالاستفادة من الجدول الدوري.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٧. انظرْ إلى الرسمِ أدناه. ما عددُ إلكتروناتِ التكافؤِ في ذرَّةِ الفلورِ؟ هل يمكنُ لذرَّةِ فلورٍ أن تكوِّنَ روابطَ؟ وضِّحْ ذلك.



فلور

القسمُ ٢

الروابطُ الأيونيَّةُ

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يوضّحُ كيفَ تتكوَّنُ الروابطُ الأيونيَّةُ.
- يصفُ كيفَ تتكوَّنُ الأيوناتُ الموجبةُ.
- يصفُ كيفَ تتكوَّنُ الأيوناتُ السالبةُ.
- يعلّلُ كونَ المركَّباتِ الأيونيَّةِ متعادلةً.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الرابطةُ الأيونيَّةُ
الأيونُ
الشبكةُ البلّوريَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

تلخيصٌ ثنائيٌّ: اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. اخترْ زميلاً، وتناوبْ معه على تلخيصِ المادَّةِ. توقَّفا لمناقشةِ الأفكارِ التي تبدو غامضةً.

هل ذقْتَ مصادفةً ماءَ البحرِ؟ إذا حصلَ ذلكَ، فإنك على الأرجحِ لم تستمتعْ بذلك. ما الذي يجعلُ مذاقَ ماءَ البحرِ مختلفاً عن مذاقِ ماءِ المنزلِ؟

ما يجعلُ مذاقُ ماءِ البحرِ مختلفًا، الملحُ الذائبُ فيه. أحدُ الأملاحِ الذائبةِ في مياهِ البحرِ هو الملحُ الذي تأكلُه. الروابطُ الكيميائيَّةُ في الملحِ روابطُ أيونيَّةٌ.

تكوُّنُ الروابطِ الأيونيَّةِ

الرابطةُ الأيونيَّةُ Ionic bond رابطةٌ تتكوَّنُ عندَما تنتقلُ إلكتروناتٌ من ذرَّةٍ إلى ذرَّةٍ أُخرى. خلالَ تكوُّنِ الروابطِ الأيونيَّةِ ينتقلُ إلكترونُ تكافؤٍ أو أكثرُ من ذرَّةٍ إلى أخرى. كجميعِ الروابطِ الكيميائيَّةِ، تتكوَّنُ الروابطُ الأيونيَّةُ بحيث تمتلئُ مستوياتُ الطاقةِ الخارجيَّةُ الأبعدُ للذرّاتِ. يبيِّنُ **الشكلُ ١** مادَّةً أُخرى تحتوي على روابطَ أيونيَّةٍ.

الرابطةُ الأيونيَّةُ: رابطةٌ تتكوَّنُ عندَما تنتقلُ إلكتروناتٌ من ذرَّةٍ إلى أخرى، فينتجُ عن ذلكَ أيونٌ موجبٌ وأيونٌ سالبٌ.

الجُسيماتُ المشحونةُ

الذرَّةُ متعادلةٌ لأن عددَ الإلكتروناتِ فيها يساوي عددَ البروتوناتِ. هكذا تتعادلُ شحناتُ الإلكتروناتِ وشحناتُ البروتوناتِ. يغيِّرُ انتقالُ الإلكتروناتِ بينَ الذرّاتِ عددَ الإلكتروناتِ في كلِّ ذرَّةٍ، لكنَّ عددَ البروتوناتِ فيها يبقى ثابتًا. بالتالي لن تتعادلَ الشحناتُ السالبةُ والشحناتُ الموجبةُ، وتصبحُ الذرّاتُ أيوناتٍ. **الأيوناتُ** Ions جُسيماتٌ مشحونةٌ تتكوَّنُ عندَما تكسبُ الذرّاتُ إلكتروناتٍ أو تفقدُها. عادةً، لا يمكنُ لذرَّةٍ أن تكسبَ إلكتروناتٍ إذا لم تكنْ ذرَّةٌ أخرى لتفقدَ إلكتروناتٍ (أو لا يمكنُها أن تفقدَ الإلكتروناتِ إذا لم تكنْ هناك ذرَّةٌ تكسبُها). لكنَّ من السهلِ دراسةَ تكوُّنِ الأيوناتِ كلٍّ على حدةٍ.

الأيونُ: جسيمٌ مشحونٌ يتكوَّنُ عندَما تكسبُ أو تفقدُ ذرَّةٌ أو مجموعةُ ذرّاتٍ إلكترونًا أو أكثرَ.

تحقَّقْ
علِّلْ كونَ الذرّاتِ متعادلةً.

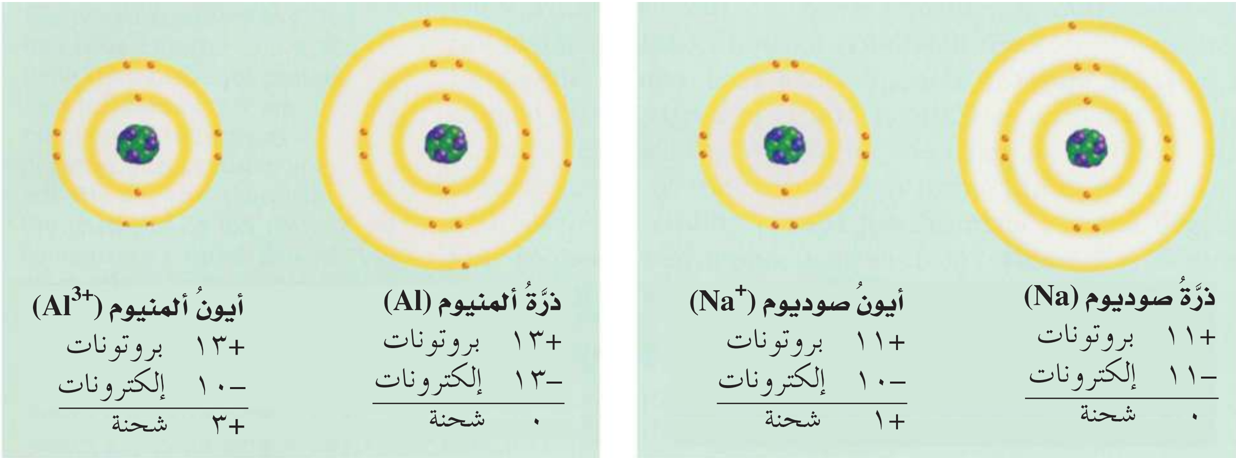


الشكلُ ١ تحتوي كربوناتُ الكالسيومِ في صدفةِ البزّاقِ على روابطَ أيونيَّةٍ.

الشكلُ ٢ تكوُّنُ أيوناتٍ موجبةٍ

كيفَ يتكوَّنُ أيونُ الصوديوم: خلالَ تغيُّراتٍ كيميائيَّةٍ، يمكنُ لذرَّةِ صوديوم أن تفقدَ إلكترونَها الوحيدَ الموجودَ في مستوى الطاقةِ الثالثِ، لينتقلَ إلى ذرَّةٍ أخرى. عندَها يصبحُ مستوى الطاقةِ الثاني الممتلئُ هو مستوى الطاقةِ الخارجيَّ الأبعدَ. يصبحُ لأيونِ الصوديومِ الناتجِ ٨ إلكتروناتِ تكافؤٍ.

كيفَ يتكوَّنُ أيونُ الألمنيوم: خلالَ تغيُّراتٍ كيميائيَّةٍ، يمكنُ لذرَّةِ ألمنيوم أن تفقدَ إلكتروناتِها الثلاثةَ الموجودةَ في مستوى الطاقةِ الثالثِ لتنتقلَ إلى ذرَّةٍ أخرى. عندَها يصبحُ مستوى الطاقةِ الثاني الممتلئُ هو مستوى الطاقةِ الخارجيَّ الأبعدَ. يصبحُ لأيونِ الألومنيومِ الناتجِ ٨ إلكتروناتِ تكافؤٍ.



تكوُّنُ أيوناتٍ موجبةٍ

تتكوَّنُ الروابطُ الأيونيَّةُ خلالَ التغيُّراتِ الكيميائيَّةِ، عندَما تجذبُ بعضُ الذرّاتِ إلكتروناتٍ من ذرّاتٍ أُخرى، بعيدًا عن هذه الذرّاتِ. الذرّاتُ التي تفقدُ إلكتروناتٍ تصبحُ أيوناتٍ يقلُّ عددُ الإلكتروناتِ فيها عن عددِ البروتوناتِ. بما أن عددَ الشحناتِ الموجبةِ أكبرُ من عددِ الشحناتِ السالبةِ، فإن شحنةَ هذه الأيوناتِ تصبحُ موجبةً.

الذرّاتُ الفلزّيَّةُ وفقدانُ الإلكترونات

معظمُ الفلزّاتِ يكونُ لذرّاتِها عددٌ قليلٌ من إلكتروناتِ التكافؤِ. تميلُ ذرّاتُ الفلزّاتِ إلى فقدانِ إلكتروناتِ التكافؤِ هذه، لتصبحَ أيوناتٍ موجبةً. انظرْ إلى النموذجَيْنِ في **الشكل ٢**. عندَما تفقدُ ذرَّةُ صوديوم إلكترونَ التكافؤِ الوحيدَ لديْها، تصبحُ أيونَ صوديوم. لذلك، يمتلكُ أيونُ الصوديوم شحنةَ ١+. يُكتبُ الرمزُ الكيميائيُّ لهذا الأيونِ كما يلي Na^+. لاحظْ أن الشحنةَ تكتبُ عند أعلى يمينِ الرمزِ الكيميائيِّ. كذلك يبيِّنُ **الشكلُ ٢** نموذجَ تكوُّنِ أيونِ ألمنيوم.

الطاقةُ اللازمةُ لفقدانِ إلكترونات

تلزمُ طاقةٌ لجذبِ إلكتروناتٍ بعيدًا عن ذرّاتِها. تلزمُ فقطْ كمّيَّةُ طاقةٍ صغيرةٌ لفقدِ إلكتروناتٍ من ذرّاتٍ فلزّيَّةٍ. والطاقةُ اللازمةُ لفقدِ إلكتروناتٍ من ذرّاتِ عناصرِ المجموعتَيْنِ ١ و ٢، هي صغيرةٌ، بحيث أن هذه العناصرَ تتفاعلُ بسهولةٍ شديدةٍ. والطاقةُ اللازمةُ لفقدِ إلكتروناتٍ من الفلزّاتِ تنتجُ عن تكوُّنِ الأيوناتِ السالبةِ.

نشاطٌ منزليٌّ

دراسةُ الملح

انثرْ عدّةَ بلّوراتٍ من الملحِ على قطعةِ كرتونٍ داكنةٍ. استخدمْ عدسةً مكبِّرةً لملاحظةِ الملحِ. اطلبْ إلى شخصٍ راشدٍ في البيتِ أن يعاينَ الملحَ. ناقشا ما تلاحظانِه. ثمَّ اطرقْ برفقٍ الملحَ بمطرقةٍ صغيرةٍ. عاينا الملحَ من جديدٍ. قدِّمْ وصفًا لملاحظتِكما.

تكوينُ أيوناتٍ سالبةٍ

تكسبُ بعضُ الذرّاتِ إلكتروناتٍ من ذرّاتٍ أُخرى، خلالَ التغيُّراتِ الكيميائيَّةِ. يصبحُ للأيوناتِ، التي تتكوَّنُ، عددُ إلكتروناتٍ أكبرُ من عددِ البروتوناتِ. لذلك تصبحُ لهذه الأيوناتِ شحنةٌ سالبةٌ.

كسبُ ذرّاتِ اللافلزّاتِ للإلكتروناتِ

إن مستوى الطاقةِ الخارجيَّ الأبعدَ لذرّاتِ اللافلزّاتِ شبهُ مكتمل. فملؤُهُ يحتاجُ إلى عددٍ قليلٍ فقطْ من الإلكتروناتِ. لذلك تميلُ ذرّاتُ اللافلزّاتِ إلى اكتسابِ إلكتروناتٍ من ذرّاتٍ أخرى. انظرْ إلى النموذجَيْن في **الشكل ٣.** عندَما تكسبُ ذرَّةُ أكسجين إلكترونَيْن، تصبحُ أيونَ أكسيدٍ له شحنةُ –٢. رمزُ أيونِ الأكسيدِ هو O^{2-}. لاحظْ أن اسمَ الأيونِ السالبِ المتكوِّنِ ينتهي بـ «–يد». تُستخدمُ هذه النهايةُ لأسماءِ الأيوناتِ السالبةِ التي تتكوَّنُ عندَ اكتسابِ الذرّاتِ لإلكتروناتٍ. كذلك يبيِّنُ **الشكلُ ٣** نموذجًا لتكوُّنِ أيونِ الكلوريدِ.

طاقةُ كسبِ إلكتروناتٍ

تُطلقُ معظمُ ذرّاتِ اللافلزّاتِ طاقةً عندَما تكسبُ إلكتروناتٍ. كلّما كانَ اكتسابُ الذرَّةِ للإلكتروناتِ سهلاً، تكونُ الطاقةُ التي تفقدُها الذرَّةُ أكبرَ. فذرّاتُ عناصرِ المجموعةِ ١٧ تُطلقُ الطاقةَ الأكبرَ عندَما تكسبُ إلكتروناتٍ. هذه العناصرُ تتفاعلُ بسهولةٍ. تتكوَّنُ رابطةٌ أيونيَّةٌ بينَ فلزٍّ ولافلزٍّ إذا كانَتِ الطاقةُ التي يطلقُها اللافلزُّ أكبرَ من الطاقةِ التي تلزمُ لفقدِ إلكتروناتٍ من الفلزِّ.

وقْفَةٌ مع الرياضيات

حسابُ شحنةٍ

إن طريقةَ حسابِ الشحنةِ لأيِّ أيونٍ هي الطريقةُ نفسُها المتَّبعةُ في جمعِ الأعدادِ الصحيحةِ (الموجبةِ والسالبةِ والصفرِ) ذاتِ الإشاراتِ المتعاكسةِ. يُكتبُ عددُ البروتوناتِ كعددٍ صحيحٍ موجبٍ، وعددُ الإلكتروناتِ كعددٍ صحيحٍ سالبٍ. ثمَّ تُجمعُ هذه الأعدادُ الصحيحةُ.

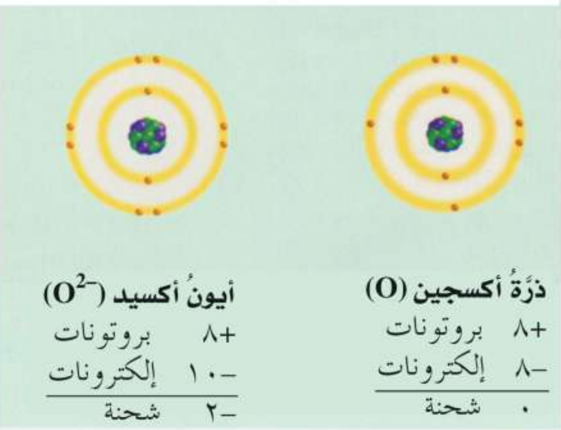
احسبْ شحنةَ أيونٍ يحتوي على ١٦ بروتونًا و ١٨ إلكترونًا. اكتبْ رمزَ الأيونِ واسمَه.

تحقَّقْ

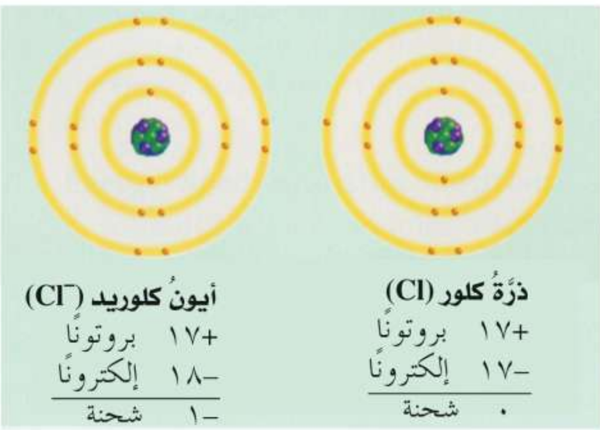
أيُّ مجموعةٍ من الجدولِ الدوريِّ تُعطي ذرّاتُها أكبرَ طاقةٍ عندَما تتحوَّلُ إلى أيوناتٍ سالبةٍ؟

الشكلُ ٣ تكوُّنُ الأيوناتِ السالبةِ

كيفَ يتكوَّنُ أيونُ الأكسيد: خلالَ تغيُّراتٍ كيميائيَّةٍ، تكسبُ ذرَّةُ أكسجينٍ من ذرَّةٍ أُخرى إلكترونَيْن في مستوى الطاقةِ الثاني. يتكوَّنُ أيونُ أكسيدٍ ذو ٨ إلكتروناتٍ تكافؤٍ. بذلك يصبحُ مُستوى الطاقةِ الخارجيُّ الأبعدُ ممتلئًا.



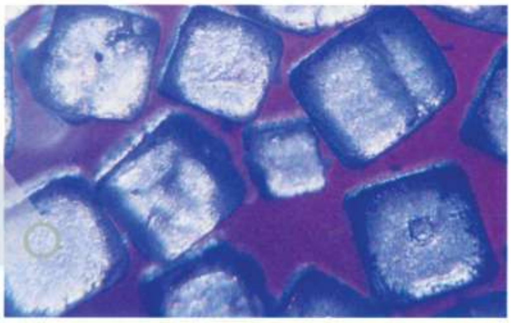
كيفَ يتكوَّنُ أيونُ الكلوريد: خلالَ تغيُّراتٍ كيميائيَّةٍ، تكسبُ ذرَّةُ كلورٍ من ذرَّةٍ أُخرى إلكترونًا واحدًا في مستوى الطاقةِ الثالثِ. يتكوَّنُ أيونُ كلوريدٍ ذو ٨ إلكتروناتِ تكافؤٍ. بذلك يصبحُ مُستوى الطاقةِ الخارجيُّ الأبعدُ ممتلئًا.

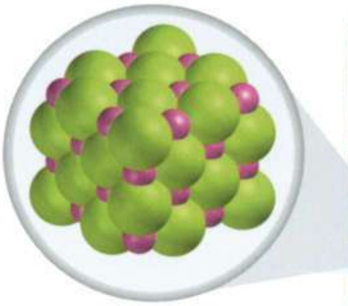


المركَّباتُ الأيونيَّةُ

عندَما تتكوَّنُ روابطُ أيونيَّةٌ، يكونُ عددُ الإلكتروناتِ التي تفقدُها الذرّاتُ الفلزّيَّةُ مساويًّا لعددِ الإلكتروناتِ التي تكسبُها الذرّاتُ اللافلزّيَّةُ. الأيوناتُ التي تترابطُ تكونُ مشحونةً. لكن المركَّبَ الذي يتكوَّنُ يكونُ متعادلاً، لأن شحناتِ الأيوناتِ تتعادَلُ. عندَما تترابطُ الأيوناتُ، يتكوَّنُ نمطٌ ثلاثيُّ الأبعادِ متكرِّرٌ يسمّى **الشبكةَ البلّوريَّة** Crystal lattice، كتلك المبيَّنةِ في **الشكل ٤**. يمنحُ التجاذبُ القويُّ بينَ أيوناتِ الشبكةِ البلّوريَّةِ، المركَّباتِ الأيونيَّةَ خصائصَ، مثلَ قابليَّةِ التفتُّتِ، ودرجةِ انصهارٍ مرتفعةٍ، ودرجةِ غليانٍ مرتفعةٍ.

الشبكةُ البلّوريَّةُ: النمطُ المنتظمُ لترتيبِ الجُسيماتِ في جسمٍ بلّوريٍّ.





الشكلُ ٤ يتيحُ هذا النموذجُ للشبكةِ البلّوريَّةِ لكلوريدِ الصوديوم، أو ملحِ الطعامِ، رؤيةً ثلاثيَّةَ الأبعادِ للأيوناتِ المترابطةِ. في هذا النموذجِ أُعطيَتْ أيوناتُ الصوديومِ اللونَ الأرجوانيَّ، وأيوناتُ الكلوريدِ اللونَ الأخضرَ.

مراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- الرابطةُ الأيونيَّةُ رابطةٌ تتكوَّنُ عندَما تنتقلُ إلكتروناتٌ من ذرّاتٍ إلى أُخرى. خلالَ الترابطِ الأيونيِّ تصبحُ الذرّاتُ أيوناتٍ ذاتَ شحناتٍ متعاكسةٍ.
- يحصلُ الترابطُ الأيونيُّ في العادةِ بينَ ذرّاتٍ فلزيَّةٍ وذرّاتٍ لافلزيَّةٍ.
- تلزمُ طاقةٌ لفقدِ إلكتروناتٍ من الذرّاتِ الفلزيَّةِ. تُطلَقُ طاقةٌ عندَما تكسبُ معظمُ الذرّاتِ اللافلزيَّةِ الإلكتروناتِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِك جملةً تعبِّرُ عن العلاقةِ بينَ مفهومَي الأيونِ والرابطةِ الأيونيَّةِ.

٢. اكتبْ بأسلوبِك تعريفَ الشبكةِ البلّوريَّةِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. أيٌّ من أنواعِ الذرّاتِ التاليةِ تصبحُ أيوناتٍ سالبةً؟
   أ. الفلزّاتُ.
   ب. اللافلزّاتُ.
   ج. الغازاتُ النبيلةُ.
   د. جميعُ ما وردَ.

٤. كيفَ تصبحُ ذرَّةٌ (أيونًا موجبًا؟ أيونًا سالبًا)؟

٥. ما خاصّيّتا المركَّباتِ الأيونيَّةِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. ما شحنةُ أيونٍ مكوَّنٍ من ١٢ بروتونًا و ١٠ إلكتروناتٍ؟ اكتبْ رمزَ الأيونِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: أيُّ مجموعةِ عناصرَ تكسبُ إلكترونيْ تكافؤ عندَما تكوِّنُ روابطَ أيونيَّةً؟

٨. **تحديدُ العلاقاتِ**: علِّلْ: المركَّباتُ الأيونيَّةُ متعادلةُ الشحنةِ، بالرغمِ من أنها تتكوَّنُ من جسيماتٍ مشحونةٍ.

٩. **مقارنة**: قارنْ تكوُّنَ أيوناتٍ موجبةٍ مع تكوُّنِ أيوناتٍ سالبةٍ، وفقًا لتغيُّراتِ الطاقةِ.

القسم
٣

مؤشّراتُ الأداء

- يُوضّحُ كيفَ تتكوّنُ الروابطُ التساهميَّةُ.
- يصفُ الجُزيئاتِ.
- يُوضّحُ كيفَ تتكوّنُ الروابطُ الفلزيَّةُ.
- يصفُ خصائصَ الفلزّاتِ.

المفرداتُ والمفاهيم

الرابطةُ التساهميَّةُ

الجزيء

الرابطةُ الفلزيَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظّمُ القراءةِ: خلالَ قراءتِك لهذا القسمِ، لخِّصْهُ مستخدمًا عناوينَه.

الروابطُ التساهميَّةُ والفلزّيَّةُ

تخيَّلْ لَيَّ علاّقةِ ثيابٍ خشبيَّةٍ ولَيَّ علاّقةٍ سلكيَّةٍ. يمكنُ ليُّ السلكِ بسهولةٍ، لكنَّ الخشبَ سوفَ ينكسرُ عندَ لَيِّهِ. لماذا؟

أحدُ الأسبابِ أن الروابطَ بينَ ذرّاتِ كلٍّ من الجسمَيْنِ مختلفةٌ. ذرّاتُ العلاّقةِ الخشبيَّةِ توجدُ بينَها روابطُ تساهميَّةٌ. لكنَّ ذرّاتِ العلاّقةِ السلكيَّةِ توجدُ بينَها روابطُ فلزّيَّةٌ. اقرأْ لتتعلَّمَ عن الفرقِ بينَ هذَيْنِ النوعَيْنِ من الروابطِ الكيميائيَّةِ.

الروابطُ التساهميَّةُ

معظمُ الأشياءِ من حولِك، كالماءِ والسكَّرِ والأكسجينِ والخشبِ، توجدُ بينَ ذرّاتِها روابطُ تساهميَّةٌ. وللموادِّ ذاتِ الروابطِ التساهميَّةِ درجةُ انصهارٍ ودرجةُ غليانٍ منخفضتان، وهي قابلةٌ للتفتُّتِ في الحالةِ الصلبةِ. للأكسجينِ، مثلاً، درجةُ غليانٍ منخفضةٌ. يفسِّرُ ذلك وجودَه في الحالةِ الغازيَّةِ عندَ درجةِ حرارةِ الغرفةِ. وللخشبِ قابليَّةٌ للتفتُّتِ، لذلك ينكسرُ عندَ ليِّهِ.

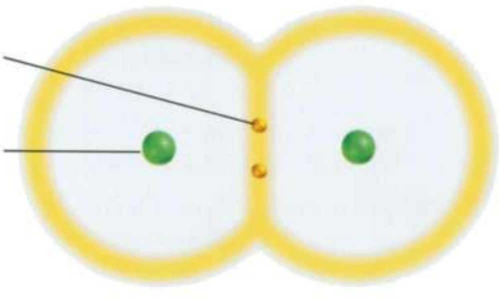
تتكوَّنُ **الرابطةُ التساهميَّةُ** Covalent bond عندَما تتشاركُ الذرّاتُ في زوجٍ أو عدَّةِ أزواجٍ من الإلكتروناتِ. عندَما تترابطُ ذرّتانِ لافلزّيّتانِ، تلزمُ كمّيَّةُ طاقةٍ هائلةٌ، لكي تفقدَ أيٌ من الذرّتَيْنِ إلكتروناتٍ. لذلك لا تنقلُ الإلكتروناتُ لملءِ مستوياتِ الطاقةِ الخارجيَّةِ الأبعدِ. عوضًا عن ذلك، تترابطُ الذرّتانِ من خلالِ تشاركِهما في الإلكتروناتِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ١**.

الرابطةُ التساهميَّةُ: رابطةٌ تتكوَّنُ عندَما تتشاركُ الذرّاتُ في زوجٍ أو عدَّةِ أزواجٍ من الإلكتروناتِ.

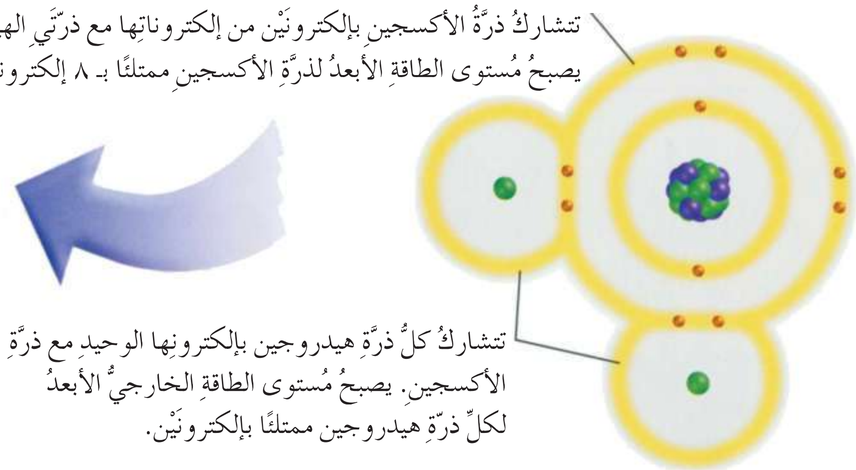
تحقَّقْ

ما الرابطةُ التساهميَّةُ؟

الشكلُ ١ بالتشاركِ في إلكترونَيْنِ في رابطةٍ تساهميَّةٍ، يصبحُ مستوى الطاقةِ الخارجيُّ الأبعدُ لكلِّ ذرَّةِ هيدروجين ممتلئًا بإلكترونَيْنِ.



الشكلُ ٢ الروابطُ التساهميَّةُ في جزيءِ الماءِ



H:Ö:H (H:Ö: over H)

يبيِّنُ الترميزُ النقطيُّ لجزيءِ الماءِ إلكتروناتِ مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الأبعدِ لكلِّ ذرَّةٍ فقطْ.

الروابطُ التساهميَّةُ والجُزيئاتُ

تُسمّى جسيماتُ الموادِّ التي تحتوي على روابطَ تساهميَّةٍ بالجُزيئاتِ. يتكوَّنُ **الجزيءُ** Molecule من ذرَّتَيْن أو عدَّةِ ذرّاتٍ مترابطةٍ بنسبٍ محدَّدةٍ. يتكوَّنُ جزيءُ الهيدروجين من ذرَّتَي هيدروجين مترابطتَيْن برابطةٍ تساهميَّةٍ. لكنَّ معظمَ الجزيئاتِ مكوَّنةٌ من عنصريْن أو أكثر. يبيِّنُ النموذجانِ في **الشكلِ ٢** طريقتَيْن لتمثيلِ الرابطتَيْن التساهميَّتَيْن في جُزيءِ الماءِ.

الجزيءُ: أصغرُ وحدةِ بناءٍ في مادَّةٍ لها جميعُ الخصائصِ الفيزيائيَّةِ والكيميائيَّةِ لتلكَ المادَّةِ.

إحدى الطرقِ المتَّبعةِ لتمثيلِ الذرّاتِ والجزيئاتِ، هي استخدامُ الترميزِ النقطيِّ للإلكترون. الترميزُ النقطيُّ للإلكترونِ نموذجٌ يبيِّنُ فقط إلكتروناتِ التكافؤِ في الذرَّةِ. يمكنُ للترميزِ النقطيِّ للإلكترونِ أن يساعدَك لكي تتوقَّعَ كيفَ تترابطُ الذرّاتُ. لرسمِ الترميزِ النقطيِّ للإلكترونِ، اكتبْ رمزَ العنصرِ، وضعْ نقطةً حولَ الرمزِ مكانَ كلِّ إلكترونِ تكافؤٍ في الذرَّةِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٣**. ضعِ النقاطَ الأربعَ الأولى على كلِّ جهةٍ من الرمزِ، ثمَّ أضفِ النقاطَ الباقيةَ لتشكِّلَ أزواجًا.

الشكلُ ٣ استخدامُ الترميزِ النقطيِّ للإلكترونِ

H:H	:Ö·	:K̈r:	·Ċ·
يمثِّلُ هذا المخطَّطُ جزيءَ هيدروجين. تمثِّلُ النقاطُ بينَ الرمزَيْن زوجًا من الإلكتروناتِ المتشاركةِ.	لذرّاتِ الأكسجينِ ٦ إلكتروناتِ تكافؤٍ. تحتاجُ ذرَّةُ الأكسجينِ إلى إلكترونَيْن إضافيَّيْن فقطْ لملءِ مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الأبعدِ.	لذرّاتِ الكريبتونِ ٨ إلكتروناتِ تكافؤٍ. الكريبتون غيرُ نشطٍ. لا تحتاجُ ذرّاتُ الكريبتونِ إلى أيِّ إلكتروناتٍ إضافيَّةٍ.	لذرّاتِ الكربونِ ٤ إلكتروناتِ تكافؤٍ. تحتاجُ ذرَّةُ الكربونِ إلى ٤ إلكتروناتٍ إضافيَّةٍ لملءِ مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الأبعدِ.



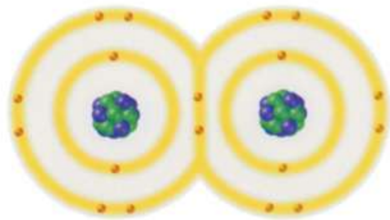
الشكلُ ٤ يتكوَّنُ الماءُ داخلَ حوضِ السمكِ من جزيئاتِ ماءٍ كثيرةٍ ومتناهيةِ الصغرِ. كلُّ جزيءٍ هو أصغرُ جسيمٍ له الخصائصُ الكيميائيَّةُ للماءِ.

المركَّباتُ التساهميَّةُ والجزيئاتُ

الذرَّةُ أصغرُ جُسيمٍ يمكنُ التوصُّلُ إليه بتقسيمِ عنصرٍ، ويبقى العنصرُ نفسَه. بنفسِ الطريقةِ يمثلُ الجزيءُ أصغرَ جسيمٍ يمكنُ التوصُّلُ إليه عندَ تقسيمِ مُركَّبٍ تساهميٍّ، ويبقى المركَّبُ نفسَه. انظرْ إلى النماذجِ الثلاثيَّةِ الأبعادِ في **الشكل ٤**. توضِّحُ هذه النماذجُ كيفَ تظهرُ عيِّنةُ ماءٍ مكوَّنةٌ من عدَّةِ جزيئاتِ ماءٍ. وجزيءُ الماءِ يتكوَّنُ من ذرَّتَيْ هيدروجين وذرّةِ أكسجين. ماذا يحصلُ لو تابعْتَ وفصلْتَ ذرَّتَي الهيدروجينِ عن ذرَّةِ الأكسجينِ في جزيءِ الماءِ؟ لن تحصلَ إطلاقًا على ماءٍ.

الجزيئاتُ الأبسطُ

تتكوَّنُ الجزيئاتُ على الأقلِّ من ذرَّتَيْن مرتبطتَيْن بروابطَ تساهميَّةٍ. أبسطُ الجزيئاتِ هي تلك المكوَّنةُ من ذرَّتَيْن مُترابطتَيْن. تُسمّى الجزيئاتُ المكوَّنةُ من ذرَّتَيْن **الجزيئاتِ ثنائيةَ الذرَّة**. ويُطلقُ على العناصرِ التي نجدُها في الطبيعةِ على شكلِ جزيئاتٍ ثنائيَّةٍ، اسمُ **العناصرِ ثنائيَّةِ الذرَّة**. الهيدروجينُ عنصرٌ ثنائيُّ الذرَّةِ. كذلك الأكسجينُ، والنيتروجينُ، والهالوجيناتُ، كالفلورِ، والكلورِ، والبرومِ، واليود. انظرْ إلى **الشكلِ ٥**. تُحسبُ الإلكتروناتُ المتشاركةُ كإلكتروناتٍ تكافؤٍ لكلِّ ذرَّةٍ.



الشكلُ ٥ ذرَّتا الفلورِ المرتبطتَانِ برابطةٍ تساهميَّةٍ يكونُ مستوى الطاقةِ الخارجيُّ الأبعدُ لهما ممتلئًا. يُحسبُ الإلكترونان المتشاركان بين الذرَّتَيْن كإلكترونيْ تكافؤٍ لكلِّ ذرَّةٍ.

تحقَّقْ
كم ذرَّةً في الجزيءِ ثنائيِّ الذرَّة؟



الشكلُ ٦ تحتوي قطعةُ الحلوى هذه على السكّروز، أو سكّرِ الطعام. يتألّفُ جزيءُ السكّروزِ من ذرّاتِ كربونٍ، وذرّاتِ هيدروجينٍ، وذرّاتِ أكسجينٍ مترابطةٍ بروابطَ تساهميَّةٍ.

الجُزيئاتُ المعقَّدةُ

الجزيئاتُ ثنائيَّةُ الذرَّةِ هي أبسطُ الجزيئاتِ. وهي مهمَّةٌ، حيث لا يمكنُك العيشُ من دونِ جزيئاتِ الأكسجينِ الثنائيَّةِ الذرَّةِ. وهناك جزيئاتٌ أخرى أكثرُ تعقيدًا مثلُ الصابونِ، وقواريرِ البلاستيكِ، وحتى البروتيناتِ في جسمِك. ذرّاتُ الكربونِ أساسٌ للكثيرِ من هذه الجزيئاتِ المعقَّدةِ. للحصولِ على ٨ إلكتروناتِ تكافؤ، تحتاجُ كلُّ ذرَّةِ كربونٍ إلى أربعِ روابطَ تساهميَّةٍ. يمكنُ لهذه الروابطِ أن تتكوَّنَ مع ذرّاتِ عناصرَ أُخرى أو مع ذرّاتِ كربونٍ أخرى، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٦** .

الروابطُ الفلزّيَّةُ

انظرْ إلى المنحوتاتِ الفلزّيَّةِ الغريبةِ المبيَّنةِ في **الشكلِ ٧**. سطِّحَتْ بعضُ القطعِ الفلزّيَّةِ، وأُعطيَتْ قطعٌ فلزّيَّةٌ أُخرى شكلَ خيوطٍ. كيفَ يمكنُ للنحّاتِ أن يغيِّرَ شكلَ الفلزِّ إلى هذه الأشكالِ المختلفةِ، دون أن يتفتَّتَ الفلزُّ إلى قطعٍ؟ يمكنُ إعطاءُ الفلزِّ أيَّ شكلٍ بسببِ وجودِ الرابطةِ الفلزّيَّةِ، وهي نوعٌ خاصٌّ من الروابطِ الكيميائيَّةِ. **الرابطةُ الفلزّيَّةُ** Metalic bond رابطةٌ تتكوَّنُ نتيجةَ التجاذبِ بين الشحنةِ الموجبةِ لأيوناتٍ فلزّيَّةٍ والإلكتروناتِ داخلَ الفلزِّ. تتكوَّنُ الأيوناتُ الفلزّيَّةُ عندَما تفقدُ الذرّاتُ الفلزّيَّةُ إلكتروناتٍ.

رابطُ علمِ الأحياءِ

البروتينات

تؤدّي البروتيناتُ وظائفَ عدَّةً في جسمِك. يمكنُ أن يكونَ لبروتينٍ واحدٍ آلافُ الروابطِ التساهميَّةِ. تتكوَّنُ البروتيناتُ من جزيئاتٍ أصغرَ تُسمّى «أحماضًا أمينيَّةً». حضِّرْ ملصقًا يبيِّنُ كيفَ تتَّصلُ الأحماضُ الأمينيَّةُ بعضُها ببعضٍ لتكوين بروتيناتٍ.

الرابطةُ الفلزّيَّةُ: رابطةٌ تتكوَّنُ نتيجةَ التجاذبِ بينَ أيوناتٍ فلزّيَّةٍ ذاتِ شحنةٍ موجبةٍ والإلكتروناتِ من حولِها.



الشكلُ ٧ الأشكالُ المختلفةُ للفلزّاتِ في هذه المنحوتاتِ ممكنةٌ، بفضلِ الروابطِ التي تمنحُ الفلزَّ تماسكَه.



الشكلُ ٨ تنجذبُ الإلكتروناتُ المتحرِّكةُ إلى الأيوناتِ الفلزيَّةِ، فتكوِّنُ هذه التجاذباتُ روابطَ فلزيَّةً.

حركةُ الإلكتروناتِ داخلَ الفلزِّ

ينتجُ الترابطُ في الفلزّاتِ عن تقاربِ ذرّاتِ الفلزِّ بحيث تصبحُ مُستوياتُ الطاقةِ الخارجيَّةُ الأبعدُ متداخلةً. يسمحُ هذا التداخلُ لإلكتروناتِ التكافؤِ بأن تتحرَّكَ عبرَ الفلزِّ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكل ٨**. يمكنُك تصوُّرُ أن الفلزَّ مكوَّنٌ من أيوناتٍ فلزيَّةٍ موجبةٍ، لها عددٌ كافٍ من إلكتروناتِ التكافؤِ التي «تسبحُ» حولَها، لإبقاءِ الأيوناتِ معًا. كذلك تعادلُ الإلكتروناتُ الشحنةَ الموجبةَ للأيوناتِ. تمتدُّ الروابطُ الفلزيَّةُ عبرَ الفلزِّ في جميعِ الاتِّجاهاتِ.

خصائصُ الفلزّاتِ

الترابطُ الفلزّيُّ للفلزّاتِ هو الذي يمنحُ الفلزّاتِ خصائصَ تنفردُ بها. تتضمَّنُ هذه الخصائصُ الموصليَّةَ الكهربائيَّةَ، وقابليةَ الطرْقِ، وقابليةَ السحْبِ.

توصيلُ التيّارِ الكهربائيِّ

يسمحُ الترابطُ الفلزّيُّ للفلزّاتِ بتوصيلِ التيّارِ الكهربائيِّ. عندَما تشغِّلُ المصباحَ، مثلاً، تتحرَّكُ الإلكتروناتُ عبرَ السلكِ النحاسيِّ الذي يوصِّلُ المصباحَ بالمقبسِ الكهربائيِّ. الإلكتروناتُ التي تتحرَّكُ هي إلكتروناتُ التكافؤِ في ذرّاتِ النحاسِ. تتحرَّكُ هذه الإلكتروناتُ بحريَّةٍ، لأنها ليسَتْ مرتبطةً بأيِّ ذرَّةٍ.

تغييرُ شكلِ الفلزّاتِ

يمكنُ إعادةُ ترتيبِ ذرّاتِ الفلزّاتِ، بسببِ الحركةِ الحرَّةِ للإلكتروناتِ حولَ أنويةِ الفلزّاتِ. نتيجةً لذلك، يمكنُ تغييرُ شكلِ الفلزّاتِ. تصفُ خاصِّيّتا **قابليةِ الطرْقِ** (قابليَّةِ طرقِ الفلزِّ إلى صفائحَ) **وقابليَّةِ السحبِ** (قابليَّةِ سحبِ الفلزِّ على شكلِ خيوطٍ) قابليَّةَ الفلزّاتِ لتغييرِ أشكالِها. يُسحبُ النحاسُ، مثلاً، على شكلِ أسلاكٍ، لاستخدامِها في الأسلاكِ الكهربائيَّةِ. يمكنُ تحويلُ الألمنيومِ إلى صفائحَ رقيقةٍ، والحصولُ على لفّاتِ ورقِ الألمنيومِ.

مختبرٌ سريعٌ

الليُّ والروابطُ

١. قوِّمْ **سلكَ مشبكِ الورقِ**. سجِّلْ ملاحظاتِك.

٢. قمْ بليِّ **قطعةِ طباشيرَ**. سجِّلْ ملاحظاتِك.

٣. تتكوَّنُ الطباشيرُ من كربوناتِ الكالسيومِ، وهو مركَّبٌ يحتوي على روابطَ أيونيَّةٍ. ما نوعُ الرابطةِ الموجودةِ في مشبكِ الورقِ؟

٤. علِّلْ: يمكنُك تغييرُ شكلِ مشبكِ الورقِ، ولا يمكنُك تغييرُ شكلِ قطعةِ الطباشيرِ دونَ أن تكسرَها.

تحقَّقْ

ما قابليَّةُ السحبِ؟

الليُّ من دون تكسير

عندَما تُلوى قطعةٌ فلزِّيَّةٌ، تُدفعُ بعضُ الأيوناتِ الفلزِّيَّةِ لتصبحَ أكثرَ تقاربًا. يمكنُكَ توقُّعُ أن الفلزَّ ينكسرُ، لأن جميعَ الأيوناتِ الفلزِّيَّةِ ذاتُ شحنةٍ موجبةٍ. الأيوناتُ ذاتُ الشحنةِ الموجبةِ تتنافرُ. لكنَّ الأيوناتِ الموجبةَ في الفلزِّ تكونُ دائمًا محاطةً بإلكتروناتٍ ومنجذبةً إليها، حتى ولو تحرَّكَتْ هذه الأيوناتُ. الإلكتروناتُ في حركةٍ مستمرَّةٍ حولَ الأيوناتِ الفلزِّيَّةِ وبينَها. تحافظُ الإلكتروناتُ المتحرِّكةُ على الروابطِ الفلزِّيَّةِ مهما يكُن التغيُّرُ في شكلِ الفلزِّ. لذلك يمكنُ ليُّ الأجسامِ الفلزِّيَّةِ من دون تكسيرِها، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٩**.



الشكلُ ٩ يمكنُ تغييرُ شكلِ الفلزِّ من دون أن ينكسرَ، لأن الروابطَ الفلزِّيَّةَ موجودةٌ في اتِّجاهاتٍ متعدِّدةٍ.

مراجعةُ القسم

ملخَّص

- في الرابطةِ التساهميَّةِ، تتشارَكُ ذرَّتانِ في إلكتروناتٍ. تتكوَّنُ رابطةٌ تساهميَّةٌ عندَما تتشارَكُ ذرَّاتُ زوجٍ أو عدَّةِ أزواجٍ من الإلكترونات.
- يُسمَّى الجسيمُ الذي تكوِّنُه الروابطُ التساهميَّةُ *الجزيءَ*. الجزيءُ أصغرُ جُسيمٍ في مركَّبٍ وله خصائصُ المركَّبِ الكيميائيَّةُ نفسُها.
- في الفلزَّاتِ، تتحرَّكُ إلكتروناتُ التكافؤِ عبرَ الفلزِّ. الرابطةُ التي تتكوَّنُ نتيجةَ التجاذبِ بينَ أيوناتِ الفلزِّ الموجبةِ والإلكتروناتِ، هي رابطةٌ فلزيَّةٌ.
- من خصائصِ الفلزَّاتِ، الموصليَّةُ، وقابليَّةُ السحبِ، وقابليَّةُ الطرْقِ.

مراجعةُ المفاهيمِ والمفرداتِ

١. استخدمْ كلاً من المفردتَيْن التاليتَيْن في جملتَيْن منفصلتَيْن: الرابطةَ التساهميَّةَ والرابطةَ الفلزِّيَّةَ.

٢. وضِّحِ المقصودَ بمفردةِ **الجزيءِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. بيِّنْ أيٍّ من الذرَّاتِ التاليةِ يكونُ الاحتمالُ الأكبرُ لوجودِ رابطةٍ تساهميَّةٍ؟
أ. الكالسيومُ والليثيوم.
ب. الصوديومُ والفلور.
ج. النيتروجينُ والأكسجين.
د. الهيليومُ والأرجون.

٤. ماذا يحصلُ للإلكتروناتِ في الرابطةِ التساهميَّةِ؟

٥. كم نقطةً توجدُ في الترميزِ النقطيِّ للإلكترونِ في ذرَّةِ الكبريتِ؟

٦. ضعْ قائمةً بثلاثِ خصائصَ لفلزَّاتٍ ناتجةٍ عن روابطَ فلزِّيَّةٍ.

٧. صفْ كيفَ تتحرَّكُ إلكتروناتُ التكافؤِ في الفلزَّاتِ.

٨. وضِّحِ الفرقَ بين قابليَّةِ السحبِ وقابليَّةِ الطرْقِ. أعطِ مثالاً يوضِّحُ متى تكونُ كلُّ خاصيَّةٍ مفيدةً.

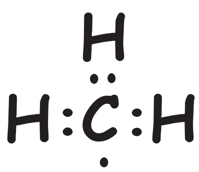
تفكيرٌ ناقدٌ

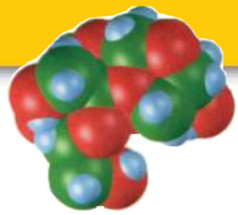
٩. **تحديدُ العلاقاتِ**: كيفَ تسمحُ الروابطُ الفلزِّيَّةُ للمشبكِ السلكيِّ بأن يعملَ بشكلٍ صحيحٍ؟

١٠. **تطبيقُ المفاهيمِ**: ارسمِ الترميزَ النقطيَّ للإلكترونِ لجزيءِ الأمونيا (وهي ذرَّةُ نيتروجين مترابطةٌ تساهميًّا مع ثلاثِ ذرَّاتِ هيدروجين).

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

١١. الترميزُ النقطيُّ للإلكترونِ التالي ليسَ مكتملاً. إلى أيِّ ذرَّةٍ نحتاجُ لتكوينِ رابطةٍ أخرى؟ وضِّحْ ذلك.





مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةَ المُفرداتِ والمفاهيمِ

١. طابقْ بينَ كلِّ مفردةٍ وتعريفِها، بوضعِ حرفِ المفردةِ في الفراغِ المناسبِ.

أ. الشبكةُ البلّوريَّةُ	و. الرابطةُ الأيونيَّةُ
ب. الجزيء	ز. الرابطةُ الكيميائيَّةُ
ج. الترابطُ الكيميائيُّ	ح. الرابطةُ الفلزّيَّةُ
د. إلكتروناتُ التكافؤِ	ط. الأيون
هـ. الرابطةُ التساهميَّةُ	

_____ تجاذبٌ يجعلُ ذرَّتَيْن مترابطتَيْن.

_____ هو الجسيمُ المشحونُ الذي يتكوَّنُ عند انتقالِ إلكتروناتٍ.

_____ رابطةٌ تتكوَّنُ نتيجةَ تشاركٍ في إلكتروناتٍ.

_____ تُنسبُ إليها الإلكتروناتُ الحرَّةُ في التحرُّكِ عبرَ المادَّةِ.

_____ إلكتروناتٌ في مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الأبعدِ.

_____ النمطُ المنتظمُ ثلاثيُّ الأبعادِ لترتيبِ الجسيماتِ في الجسمِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّد

٢. أيُّ عنصرٍ يحتوي مستوى طاقتِه الخارجيُّ الأبعدُ على إلكترونَيْن فقطْ؟

أ. الفلور، F.
ب. الهيليوم، He.
ج. الهيدروجين، H.
د. الأكسجين، O.

٣. أيٌّ مما يلي يصفُ ما يحصلُ عندَما تصبحُ الذرَّةُ ذاتَ شحنة –٢ ؟

أ. تكسبُ الذرَّةُ بروتونَيْن.
ب. تفقدُ الذرَّةُ بروتونَيْن.
ج. تكسبُ الذرَّةُ إلكترونَيْن.
د. تفقدُ الذرَّةُ إلكترونَيْن.

٤. أيُّ نوعٍ من الروابطِ تترافقُ معه خاصيَّتا قابليَّةِ السحبِ وقابليَّةِ الطرْقِ؟

أ. الرابطةُ الأيونيَّةُ.
ب. الرابطةُ التساهميَّةُ.
ج. الرابطةُ الفلزّيَّةُ.
د. جميعُ ما وردَ.

٥. ما نوعُ العنصرِ الذي يميلُ إلى فقدِ إلكتروناتٍ عندَما يكوِّنُ روابطَ؟

أ. الفلزّ.
ب. شبهُ الفلزِّ.
ج. اللافلزّ.
د. الغازُ النبيلُ.

٦. أيُّ زوجَيْن من الذرّاتِ يمكنُ أن يشكِّلا رابطةً أيونيَّةً؟

أ. صوديوم (Na) وبوتاسيوم (K).
ب. بوتاسيوم (K) وفلور (F).
ج. فلور (F) وكلور (Cl).
د. صوديوم (Na) ونيون (Ne).

إجابةٌ قصيرة

٧. عدِّدْ خاصيَّتَيْن للمركَّباتِ التساهميَّةِ.

٨. وضِّحْ لماذا ينجذبُ أيونُ الحديدِ إلى أيونِ الكبريتِ وليسَ إلى أيونِ الخارصين؟

٩. قارنِ الأنواعَ الثلاثةَ للروابطِ من حيث ما يحصلُ لإلكتروناتِ تكافؤِ الذرّاتِ.



مهاراتٌ رياضيّاتٍ

١٠. اكتبْ لكلِّ واحدةٍ من الذرّاتِ أدناه عددَ الإلكتروناتِ التي يمكنُ أن تكسبَها أو تفقدَها ليكونَ لها ٨ إلكتروناتُ تكافؤ. ثم احسبْ شحنةَ الأيونِ الذي يتكوَّنُ.

أ. كالسيوم، (Ca)
ب. فوسفور، (P)
ج. بروم، (Br)
د. كبريت، (S)

تفكيرٌ ناقدٌ

١١. **خريطةُ المفاهيم:** وظِّفِ المفاهيمَ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: الروابطَ الكيميائيّةَ، الروابطَ الأيونيّةَ، الروابطَ التساهميّةَ، الروابطَ الفلزّيّةَ، الجزيءَ، الأيوناتِ.

١٢. **تحديدُ العلاقاتِ:** توقَّعْ نوعَ الرابطةِ التي يمكنُ أن يكوِّنَها كلُّ زوجٍ من الذرّاتِ التاليةِ:

أ. خارصين (Zn) وخارصين (Zn)
ب. أكسجين (O) ونيتروجين (N)
ج. فوسفور (P) وأكسجين (O)
د. مغنيسيوم (Mg) وكلور (Cl)

١٣. **تطبيقُ المفاهيمَ:** ارسمِ الترميزَ النقطيَّ للإلكترونِ لكلٍّ من الذرّاتِ التاليةِ، واذكرْ عددَ الروابطِ التي يمكنُ أن تكوِّنَها الذرَّةُ لملءِ مستوى طاقتِها الخارجيِّ.

أ. كبريت، (S)
ب. نيتروجين، (N)
ج. نيون، (Ne)
د. يود، (I)
هـ. سيليكون، (Si)

١٤. **استدلال:** هل المادَّةُ التي طُرقَتْ في الصورةِ أدناه تحتوي على روابطَ أيونيَّةٍ أم على روابطَ فلزّيَّةٍ؟ وضِّحْ إجابتَك.



تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

١٥. استخدمْ صورةَ قلمِ الرصاصِ أدناه للإجابةِ عن الأسئلةِ التاليةِ:



أ. في أيِّ جزءٍ من قلمِ الرصاصِ توجدُ روابطُ فلزّيَّةٌ؟
ب. عدِّدْ ثلاثَ موادَّ في قلمِ الرصاصِ مكوَّنةً من جزيئاتٍ لها روابطُ تساهميَّةٌ.
ج. حدِّدْ فرقَيْنِ بينَ خصائصِ المادَّةِ التي تحتوي على روابطَ فلزِّيَّةٍ، وتلكَ التي تحتوي على روابطَ تساهميَّةٍ.

الفصل ١٣

التفاعلاتُ الكيميائيَّةُ



الفكرةُ الرئيسةُ

تدخلُ الموادُّ تفاعلاتٍ كيميائيَّةً، لينتجَ عنها موادُّ جديدةٌ ذاتُ خصائصَ جديدةٍ، تختلفُ عن خصائصِ الموادِّ الأصليَّةِ.

القسم

حولَ الصورة

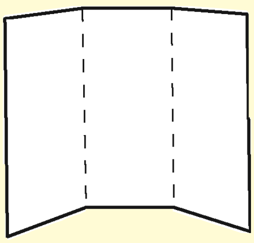
تؤدِّي التفاعلاتُ الكيميائيَّةُ إلى تحليقِ الأسهمِ الناريَّةِ، وإلى انفجارِها، وإلى إضاءةِ السماءِ. الألوانُ المتنوِّعةُ الظاهرةُ في الصورةِ ناتجةٌ من تفاعلِ موادَّ كيميائيَّةٍ مختلفةٍ مع أكسجينِ الهواءِ.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

ملفُّ الدرفاتِ الثلاثِ:

قبلَ البدءِ بقراءةِ الفصلِ، قمْ بإعدادِ **ملفِّ الدرفاتِ الثلاث**. عنونْ كلَّ درفةٍ من الدرفاتِ الثلاثِ بـ «الصيغُ الكيميائيَّةُ»، «المعادلاتُ الكيميائيَّةُ»، «أنواعُ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ وطاقةُ التفاعلاتِ». اكتبْ ما تعرفُه عن كلِّ موضوعٍ في الدرفةِ المناسبةِ. أضفْ خلالَ قراءتِك للفصلِ المعلوماتِ الأُخرى التي تتعلَّمُها.





نشاطٌ استهلاليٌّ

إنتاجُ ماءٍ

تتفاعلُ الموادُّ الكيميائيَّةُ بطرقٍ محدَّدةٍ جدًّا. سوف تقومُ خلالَ هذا النشاطِ بإجراءِ تفاعلٍ كيميائيٍّ بسيطٍ.

الخُطوات

١. علِّقْ على **حاملِ أنبوبَ اختبارٍ** فوَّهتُهُ إلى الأسفلِ.

٢. ضعِ النظّارةَ الواقيةَ.

٣. أشعلْ **قدّاحةَ غازٍ**، وقرِّبْ لهبَها من فوَّهةِ الأنبوبِ. بعد لحظاتٍ قليلةٍ سينطفئُ اللهبُ. لاحظْ ماذا تكوَّنَ على السطحِ الداخليِّ للأنبوبِ؟

٤. اقلبِ الأنبوبَ واسكبْ في داخلِه القليلَ من **رائبِ الكلسِ الصافي**. لاحظْ ما يحدثُ لرائبِ الكلسِ.

التحليل

١. لماذا في رأيكَ انطفأَ لهبُ القدّاحةِ؟

٢. ماذا تكوَّنَ على الجدارِ الداخليِّ للأنبوبِ بعد إدخالِ اللهبِ؟ علامَ يدلُّ ذلك؟

٣. ماذا حدثَ لرائقِ الكلسِ؟ ماذا تستدلُّ من ذلك؟

٤. هل حدثَ تفاعلٌ كيميائيٌّ؟ علّلْ إجابتَك.

القسمُ
١

تكوُّنُ موادَّ جديدةٍ

في كلِّ فصل خريف، يطرأُ تغيُّرٌ جميلٌ، عندَما تغيِّرُ أوراقُ الشجرِ ألوانَها. تشاهدُ ألوانًا برتقاليَّةً وصفراءَ برّاقةً، كانَتْ مخفيَّةً باللونِ الأخضرِ طوالَ فصلِ الصيفِ. ما سببُ هذا التغيُّرِ؟

للإجابةِ عن هذا السؤالِ، عليك أن تعرفَ ما الذي يجعلُ أوراقَ الشجرِ خضراءَ. أوراقُ الشجرِ خضراءُ، لأنها تحتوي على مادَّةٍ خضراءَ أو صبغٍ يُسمّى **الكلوروفيل**. خلالَ فصلَي الربيعِ والصيفِ، تكونُ أوراقُ الشجرِ محتويةً على كمّيَّةٍ كبيرةٍ من الكلوروفيل. لكنْ، في الخريفِ، عندَما تنخفضُ درجةُ الحرارةِ وتقلُّ ساعاتُ سطوعِ الشمسِ، يتفكَّكُ الكلوروفيلُ، ليكوِّنَ موادَّ جديدةً لا لونَ لها. فلا يعودُ الكلوروفيلُ الأخضرُ موجودًا ليخفيَ الصباغاتِ الأخرى. يصبحُ بإمكانِك رؤيةُ اللونَيْنِ البرتقاليِّ والأصفرِ اللذَيْنِ كانا موجودَيْنِ من قبلُ.

التفاعلاتُ الكيميائيَّةُ

يحدثُ تغيُّرٌ كيميائيٌّ عندَما يتفكَّكُ الكلوروفيلُ إلى موادَّ جديدةٍ. هذا التغيُّرُ مثالٌ على تفاعلٍ كيميائيٍّ. **التفاعلُ الكيميائيُّ** Chemical reaction عمليَّةٌ تتغيَّرُ خلالَها مادَّةٌ أو أكثرُ لتتكوَّنَ مادَّةٌ أو عدَّةُ موادَّ جديدةٍ. تختلفُ الخصائصُ الفيزيائيَّةُ والكيميائيَّةُ للموادِّ الجديدةِ عن خصائصِ الموادِّ الأصليَّةِ. يبيِّنُ **الشكلُ ١** بعضَ نتائجِ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ كيفَ تُنتجُ التفاعلاتُ الكيميائيَّةُ موادَّ جديدةً ذاتَ خصائصَ كيميائيَّةٍ وفيزيائيَّةٍ مختلفةٍ.
- يحدِّدُ المؤشِّراتِ الأربعةَ على أن تفاعلاً كيميائيًّا يحدثُ بالفعلِ.
- يوضِّحُ ما يحدثُ للروابطِ الكيميائيَّةِ خلالَ التفاعلِ الكيميائيِّ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

التفاعلُ الكيميائيُّ

الراسب

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: خلالَ قراءتِك لهذا القسمِ، ضعْ مخطَّطًا له مستخدمًا عناوينَه.

التفاعلُ الكيميائيُّ: العمليَّةُ التي تتغيَّرُ خلالَها مادَّةٌ أو أكثرُ لإنتاجِ مادَّةٍ أو عدَّةِ موادَّ جديدةٍ مختلفةٍ.

الشكلُ ١ نتائجُ تفاعلاتٍ كيميائيَّةٍ



يَنتجُ تغيُّرُ اللونِ في فصلِ الخريفِ عن تغيُّراتٍ كيميائيَّةٍ في أوراقِ الشجرِ.



عندَما تمزجُ الماءَ مع كربوناتِ الصوديوم الهيدروجينيَّةِ تتفاعلُ فيها الموادُّ لتتكوَّنَ فقاقيعُ من غازِ ثاني أكسيدِ الكربونِ. تمنحُ هذه الفقاقيعُ قطعةَ الحلوى نسيجَها الإسفنجيَّ.

مؤشّراتُ حدوثِ تغيُّراتٍ كيميائيَّةٍ

متى تقولُ إن تفاعلاً كيميائيًّا قد حدثَ؟ يبيِّنُ **الشكلُ ٢** بعضَ المؤشّراتِ على أن تفاعلاً كيميائيًّا ربَّما يحدثُ. في بعضِ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ تتكوَّنُ فقاقيعُ. في تفاعلاتٍ أخرى تتكوَّنُ رواسبُ صلبةٌ. **الراسبُ Precipitate** مادَّةٌ صلبةٌ تتكوَّنُ في محلولٍ. خلالَ تفاعلاتٍ كيميائيَّةٍ أُخرى، تنطلقُ طاقةٌ. يمكنُ لهذه الطاقةِ أن تكونَ على شكلِ ضوءٍ، أو طاقةٍ حراريَّةٍ، أو طاقةٍ كهربائيَّةٍ. يكونُ أحيانًا للتفاعلاتِ الكيميائيَّةِ أكثرُ من مؤشِّرٍ واحدٍ من تلك المؤشِّراتِ. كلَّما رأيْتَ المزيدَ من هذه المؤشِّراتِ، يزدادُ احتمالُ حدوثِ تفاعلٍ كيميائيٍّ.

الراسب: مادَّةٌ صلبةٌ تنتجُ عن تفاعلٍ كيميائيٍّ في محلولٍ.

تحقَّقْ

ما الراسبُ؟

الشكلُ ٢ بعضُ المؤشراتِ على حدوثِ تفاعلاتٍ كيميائيَّةٍ



تكوُّنُ غازٍ
تكوَّنَ نتيجةَ التفاعلِ الكيميائيِّ في الكأسِ غازٌ بنيٌّ هو ثاني أكسيدِ النيتروجين. يتكوَّنُ هذا الغازُ عندَما تضعُ شريطًا من النحاسِ في حمضِ النيتريك.



تكوُّنُ مادَّةٍ صلبةٍ
هنا تشاهدُ محلولَ كروماتِ البوتاسيوم يضافُ إلى محلولِ نيتراتِ الفضَّةِ. المادَّةُ الصلبةُ ذاتُ اللونِ الأحمرِ الداكنِ، هي راسبُ كروماتِ الفضَّةِ.



تغيُّرُ الطاقةِ
تنطلقُ طاقةٌ خلالَ بعضِ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ. ينتجُ عن النارِ في الصورةِ طاقةٌ ضوئيَّةٌ وطاقةٌ حراريَّةٌ. في بعضِ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ الأُخرى، تُمتصُّ طاقةٌ.

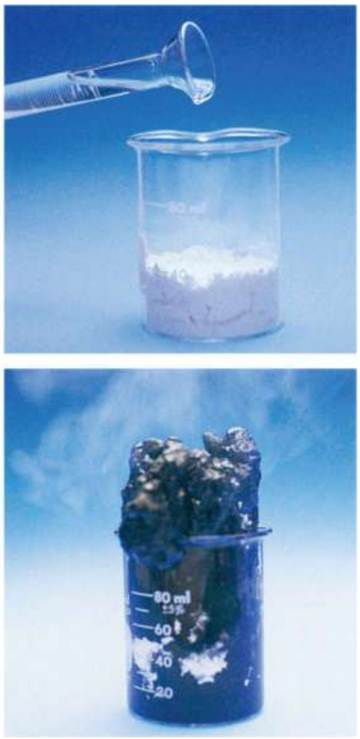


تغيُّرُ اللونِ
لا تسكبِ الكلورَ، مبيِّضَ الثيابِ، على ثيابِك الملوَّنة! يتفاعلُ المبيِّضُ مع الألوانِ فيغيِّرُ لونَها.

تغيُّرُ الخصائصِ

حتى إذا اعتقدْتَ أنَّ المؤشِّراتِ، التي تبحثُ عنها لتعرفَ أنَّ تفاعلاً كيميائيًّا يحدثُ، هي مؤشِّراتٌ جيّدةٌ للتفاعلاتِ الكيميائيَّةِ، فإنها لا تؤكِّدُ حدوثَ تفاعلٍ كيميائيٍّ. فقدْ ينبعثُ غازٌ، مثلاً، عندَما يغلي سائلٌ. لكنَّ هذا المثالَ هو تغيُّرٌ فيزيائيٌّ، وليسَ تغيُّرًا كيميائيًّا.

كيفَ، إذًا، تتأكَّدُ من حدوثِ تفاعلٍ كيميائيٍّ؟ المؤشِّرُ الأكثرُ أهميَّةً هو تكوُّنُ موادَّ جديدةٍ لها خصائصُ مختلفةٌ. انظرْ إلى **الشكل ٣**. المادّتانِ الأصليَّتانِ في التفاعلِ هما السكَّرُ وحمضُ الكبريتيكِ. أشياءُ عدَّةٌ تدلُّكَ على حدوثِ تفاعلٍ كيميائيٍّ: تكوُّنُ فقاقيعَ، انطلاقُ غازٍ، الكأسُ التي أصبحَتْ ساخنةً جدًّا. لكنَّ الأكثرَ أهميَّةً، تكوُّنُ موادَّ جديدةٍ لها خصائصُ مختلفةٌ كلّيًّا عن خصائصِ المادَّتَيْنِ الأصليَّتَيْنِ.



الشكل ٣ تبيِّنُ الصورةُ العليا المادَّتَيْنِ الأصليَّتَيْنِ، وهما السكَّرُ وحمضُ الكبريتيكِ. تختلفُ كليًّا الموادُّ الناتجةُ من هذا التفاعلِ الكيميائيِّ عن المادَّتَيْنِ الأصليَّتَيْنِ.

الروابطُ: تماسكُ الجُزيئاتِ

الرابطةُ الكيميائيَّةُ قوَّةٌ تجعلُ ذرَّتَيْنِ في الجزيءِ متماسكتَيْنِ. لكي يحدثَ تفاعلٌ كيميائيٌّ، يجبُ أن تتفكَّكَ الروابطُ الأصليَّةُ وتتكوَّنَ روابطُ جديدةٌ.

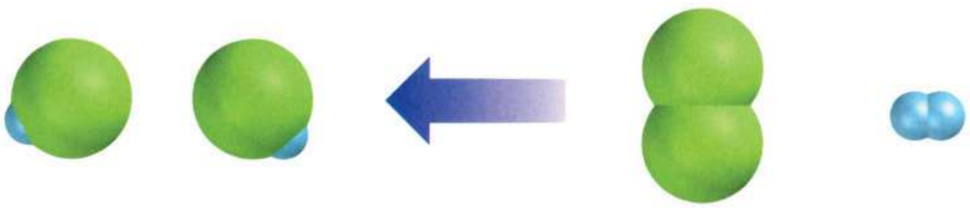
تفكيكُ روابطَ وتكوُّنُ روابطَ

كيفَ تتكوَّنُ موادُّ جديدةٌ في تغيُّرٍ كيميائيٍّ؟ في البدايةِ، يجبُ أن تتفكَّكَ روابطُ الموادِّ الأصليَّةِ. الجُزيئاتُ متحرِّكةٌ على الدوامِ. فإذا تصادمَتْ الجُزيئاتُ بطاقةٍ كافيةٍ، تتفكَّكُ الروابطُ فيها. بعدَ ذلك تعيدُ الذرّاتُ ترتيبَ نفسِها، وتتكوَّنُ روابطُ جديدةٌ لتكوينِ موادَّ جديدةٍ. يبيِّنُ **الشكلُ ٤** كيفَ تتفكَّكُ الروابطُ، وكيفَ تتكوَّنُ في تفاعلٍ بينَ الكلورِ والهيدروجينِ.

تحقَّقْ

ماذا يحدثُ لروابطِ الموادِّ خلالَ تفاعلٍ كيميائيٍّ؟

الشكلُ ٤ تفاعلُ الهيدروجين مع الكلور



تفكُّكُ الروابطِ: الهيدروجينُ والكلورُ ثنائيّا الذرَّةِ. الجزيئاتُ ثنائيَّةُ الذرَّةِ هي عبارةٌ عن ذرَّتَيْنِ مترابطتَيْنِ. يجبُ في البدءِ أن تتفكَّكَ الروابطُ التي تجمعُ هذه الذرّاتِ، قبلَ أن تتفاعلَ معًا.

تكوُّنُ الروابطِ: تتكوَّنُ المادَّةُ الجديدةُ كلوريدُ الهيدروجين، عندَما تتكوَّنُ روابطُ جديدةٌ بينَ ذرّاتِ الهيدروجينِ وذرّاتِ الكلورِ.

روابطُ جديدةٌ، موادُّ جديدةٌ

ماذا يحدث عندَما يتَّحدُ الهيدروجينُ مع الكلورِ؟ جزيءُ غازِ الكلورِ جزيءٌ ثنائيُّ الذرَّةِ. أي إن جزيءَ الكلورِ مكوَّنٌ من ذرَّتَيْ كلورٍ. لغازِ الكلورِ لون أصفرُ مخضرٌّ. والهيدروجينُ أيضًا جزيءٌ ثنائيُّ الذرَّةِ. وهو غازٌ قابلٌ للاشتعالِ ولا لونَ له. عندَما يتفاعلُ غازُ الكلورِ وغازُ الهيدروجين، تتفكَّكُ الروابطُ بينَ ذرّاتِ الهيدروجين. كذلك تتفكَّكُ الروابطُ بين ذرّاتِ الكلورِ. تتكوَّنُ رابطةٌ جديدةٌ بينَ كلِّ ذرَّةِ هيدروجينٍ وذرَّةِ كلورٍ. فتتكوَّنُ مادَّةٌ جديدةٌ، هي كلوريدُ الهيدروجين. كلوريدُ الهيدروجين غازٌ غيرُ قابلٍ للاشتعالِ ولا لونَ له. وتختلفُ خصائصُه عن خصائص كلٍّ من المادَّتَيْن الأصليَّتَيْن.

لنلق نظرةً على مثالٍ آخرَ. الصوديومُ فلزٌّ يتفاعلُ بشدَّةٍ مع الماءِ، والكلورُ غازٌ سامٌّ. عندَما يتفاعلُ غازُ الكلورِ مع الصوديوم، ينتجُ مركَّبٌ شائعٌ، هو ملحُ الطعامِ. كلوريدُ الصوديوم، أي ملحُ الطعامِ، مادَّةٌ غيرُ مضرَّةٍ إذ يتناولُها الإنسانُ. تختلفُ خصائصُ الملحِ عن خصائصِ الصوديوم والكلورِ. الملحُ مادَّةٌ جديدةٌ.

مختبرٌ سريعٌ

تفاعلٌ سريعٌ

١. ضعْ **قطعةَ طباشيرَ** في **كوبٍ من البلاستيك**.

٢. أضفْ **5 mL من الخلِّ** إلى الكوبِ. سجِّلْ ملاحظاتِك.

٣. ما الدليلُ الذي تشاهدُه على حدوثِ تفاعلٍ كيميائيٍّ؟

٤. ما نوعُ المادَّةِ الجديدةِ التي تكوَّنَتْ؟

مراجعةُ القسمِ

ملخص

- التفاعلُ الكيميائيُّ عمليَّةٌ يتمُّ من خلالِها تغيُّرُ الموادِّ إلى موادَّ جديدةٍ لها خصائصُ كيميائيَّةٌ وفيزيائيَّةٌ جديدةٌ.
- المؤشّراتُ على حدوثِ تفاعلٍ كيميائيٍّ هي تغيُّرُ اللونِ، وتكوُّنُ غازٍ أو مادَّةٍ صلبةٍ، وانطلاقُ أو امتصاصُ طاقةٍ.
- خلالَ التفاعلِ، تتفكَّكُ الروابطُ وتعيدُ الذرّاتُ ترتيبَ نفسِها لتكوينِ روابطَ جديدةٍ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِكَ جملةً تعبِّرُ عن العلاقةِ بينَ مفهومَي **التفاعلِ الكيميائيِّ** و**الراسبِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. معظمُ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ:

أ. يحدثُ فيها تصادمٌ بينَ الموادِّ الأصليَّةِ.

ب. لا تتفكَّكُ روابطُ فيها.

ج. لا تحدثُ إعادةٌ لترتيبِ الذرّاتِ.

د. لا يُمكنُ مشاهدةُ مؤشِّرِ حدوثِها.

٣. إذا لم تتغيَّرِ الخصائصُ الكيميائيَّةُ لمادَّةٍ ما، هل يمكنُ القولُ إن تفاعلاً كيميائيًّا قد حدث؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٤. **تحليلُ العمليّاتِ**: يتصاعدُ البخارُ من إبريقِ الشاي. هلْ ذلك تفاعلٌ كيميائيٌّ؟ وضِّحْ إجابتَك.

٥. **تطبيقُ المفاهيمِ**: وضِّحْ لماذا يُعدُّ حرقُ الفحمِ في عمليَّةِ الشواءِ تفاعلاً كيميائيًّا؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدمِ الصورةَ للإجابةِ عن السؤالَيْن التاليَيْن:



٦. ما الدليلُ المبيَّنُ في الصورةِ على حدوثِ تفاعلٍ كيميائيٍّ؟

٧. ماذا يحدثُ للروابطِ في الموادِّ الأصليَّةِ؟

القسمُ
٢

الصيغُ والمعادلاتُ الكيميائيَّةُ

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يفسِّرُ صيغًا كيميائيَّةً بسيطةً ويكتبُها.
- يكتبُ معادلاتٍ كيميائيَّةً بسيطةً ويزنُها.
- يوضِّحُ كيفَ تبيِّنُ المعادلةُ الموزونةُ قانونَ حفظِ الكتلةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الصيغةُ الكيميائيَّةُ
المعادلةُ الكيميائيَّةُ
المتفاعل
الناتج
قانونُ حفظِ الكتلةِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة: اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. اكتبْ ما لديكَ من أسئلةٍ عنه. ناقشْ أسئلتَك في مجموعةٍ صغيرةٍ.

الصيغةُ الكيميائيَّةُ: طريقةٌ مختصرةٌ لاستخدامِ الرموزِ الكيميائيَّةِ والأعدادِ لتمثيلِ مادَّةٍ.

كمْ كلمةً تستطيعُ أنْ تشكِّلَ باستخدامِ الحروفِ الأبجديَّةِ الثمانيةِ والعشرين؟ آلافَ الكلماتِ؟ فكِّرِ الآنَ في عددِ الجملِ التي يمكنُكَ تكوينُها بهذهِ الكلماتِ.

تُستخدمُ الحروفُ الأبجديةُ لتشكيلِ كلماتٍ. بالطريقةِ نفسِها، توضعُ رموزٌ كيميائيَّةٌ معًا لتشكيلِ صيغٍ كيميائيَّةٍ تصفُ الموادَّ. يمكنُ وضعُ صيغٍ كيميائيَّةٍ معًا لوصفِ تفاعلٍ كيميائيٍّ، كما توضعُ الكلماتُ معًا لتكوِّنَ جملةً.

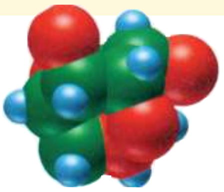
الصيغُ الكيميائيَّةُ

تتكوَّنُ جميعُ الموادِّ من ١٠٠ عنصرٍ تقريبًا. لكلِّ عنصرٍ رمزُه الكيميائيُّ. **الصيغةُ الكيميائيَّةُ** Chemical formula طريقةٌ مختصرةٌ لاستخدامِ الرموزِ الكيميائيَّةِ والأعدادِ لتمثيلِ مادَّةٍ. تبيِّنُ الصيغةُ الكيميائيَّةُ عددَ ذرّاتِ كلِّ نوعٍ موجودٍ في الجُزيءِ. يبيِّنُ **الشكلُ ١**، أن الصيغةَ الكيميائيَّةَ للماءِ هي H_2O. تدلُّكَ هذه الصيغةُ على أن كلَّ جزيءِ ماءٍ مكوَّنٌ من ذرَّتَيْ هيدروجين وذرَّةِ أكسجين. العددُ الصغيرُ ٢ في الصيغةِ هو رقمٌ سفليٌّ. **الرقمُ السفليُّ** عددٌ مكتوبٌ أسفلَ يمينِ الرمزِ الكيميائيِّ في الصيغةِ. أحيانًا، يكونُ الرمزُ الكيميائيُّ، كرمزِ الأكسجين O في صيغةِ الماءِ، بلا رقمٍ سفليٍّ. إذا لم يكنْ هناك رقمٌ سفليٌّ فمعناهُ وجودُ ذرَّةٍ واحدةٍ. انظرْ إلى **الشكل ١** لتتعرَّفَ أمثلةً أخرى على الصيغِ الكيميائيَّةِ.

الشكلُ ١ الصيغُ الكيميائيَّةُ لموادَّ مختلفةٍ

الماء	الأكسجين	الجلوكوز
H_2O	O_2	$C_6H_{12}O_6$
يتكوَّنُ جزيءُ **الماءِ** من ٣ ذرّات: ذرَّتَيْ هيدروجين مرتبطتَيْنِ مع ذرَّةِ أكسجين.	**الأكسجين** جزيءٌ ثنائيُّ الذرَّةِ. لكلِّ جزيءٍ ذرَّتا أكسجين مترابطتان.	لجزيءِ **الجلوكوز** ٦ ذرّاتِ كربون، و ١٢ ذرَّةَ هيدروجين، و ٦ ذرّاتِ أكسجين.





الشكلُ ٢ يمكنُ كتابةُ هذه المركَّباتِ التساهميَّةِ باستخدامِ البادئاتِ في أسماءِ المركَّباتِ.

ثاني أكسيدِ الكربونِ

CO_2

تدلُّ البادئةُ «**ثاني**» على ذرَّتَيْ أكسجين.

غيابُ اللاحقةِ يدلُّ على ذرَّةِ كربونٍ واحدةٍ.

أوَّلُ أكسيدِ النيتروجينِ الثنائيِّ

N_2O

تدلُّ البادئةُ «**أوَّل**» على ذرَّةِ أكسجينٍ واحدةٍ.

تدلُّ اللاحقةُ «**الثنائي**» على ذرَّتَيْ نيتروجين.

الجدولُ ١ البادئاتُ المستخدمةُ في الأسماءِ الكيميائيَّةِ

العدد	البادئة	البادئة اللاتينية
١	أحاديّ	mono
٢	ثنائيّ	di
٣	ثلاثيّ	tri
٤	رباعيّ	tetra
٥	خماسيّ	penta
٦	سداسيّ	hexa
٧	سباعيّ	hepta
٨	ثمانيّ	octa
٩	تُساعيّ	nona
١٠	عُشاريّ	deca

كتابةُ صيغِ المركَّباتِ التساهميَّةِ

إذا عرفْتَ اسمَ المركَّبِ التساهميِّ، فغالبًا ما تستطيعُ كتابةَ الصيغةِ الكيميائيَّةِ لذلكَ المركَّبِ. تتكوَّنُ المركَّباتُ التساهميَّةُ عادةً من لافلزَّيْنِ. تُستخدمُ في أسماءِ كثيرٍ من المركَّباتِ التساهميَّةِ بادئاتٌ. تمثِّلُ كلُّ بادئةٍ عددًا، كما هو مبيَّنٌ في **الجدول ١**. تدلُّ البادئاتُ على عددِ ذرّاتِ كلِّ عنصرٍ موجودةٍ في الصيغةِ. يبيِّنُ لك **الشكل ٢** كيفَ تكتبُ الصيغةَ الكيميائيَّةَ من اسمِ المركَّبِ التساهميِّ. عندَ كتابةِ اسمِ المركَّبِ التساهميِّ، تُكتبُ البادئةُ على شكلِ أوَّل، ثاني... أما اللاحقةُ فتُكتبُ على شكلِ أحاديّ، ثنائيّ... في نهايةِ الاسمِ.

كتابةُ صيغِ المركَّباتِ الأيونيَّةِ

إذا كانَ اسمُ المركَّبِ يحتوي على اسمِ الفلزِّ واسمِ اللافلزِّ، يكونُ المركَّبُ أيونيًّا. لكتابةِ صيغةِ مركَّبٍ أيونيٍّ، تأكَّدْ من أن شحنةَ المركَّبِ صفرٌ (٠). حيث يُفترضُ أن يكونَ للصيغةِ أرقامٌ سفليَّةٌ تجعلُ شحناتِ الأيوناتِ متعادلةً. يبيِّنُ لك **الشكل ٣** كيفَ تكتبُ الصيغةَ الكيميائيَّةَ من اسمِ المركَّبِ الأيونيِّ.

تحقَّقْ

ما أنواعُ العناصرِ التي تكوِّنُ مركَّبًا أيونيًّا؟

الشكلُ ٣ تُكتبُ صيغةُ مركَّبٍ أيونيٍّ باستخدامِ أقلِّ عددٍ من كلِّ أيونٍ، بحيث تكونُ الشحنةُ الإجماليَّةُ للمركَّبِ ٠.

كلوريدُ الصوديومِ

$NaCl$

أيونِ الصوديومِ
شحنة +١
أيونِ الكلوريدِ
شحنة −١
الشحنةُ الإجماليَّةُ لأيونِ صوديومٍ واحدٍ وأيونِ كلوريدٍ واحدٍ:

(١+) + (١-) = ٠

كلوريدُ المغنيسيومِ

$MgCl_2$

أيونِ المغنيسيومِ
شحنة +٢
أيونِ الكلوريدِ
شحنة −١
الشحنةُ الإجماليَّةُ لأيونِ مغنيسيومٍ واحدٍ وأيونَيْ كلوريدٍ:

(٢+) + ٢(١-) = ٠

المعادلةُ الكيميائيَّةُ: تمثيلٌ لتفاعلٍ كيميائيٍّ يستخدمُ الرموزَ لتبيانِ العلاقةِ بينَ المتفاعلاتِ والنواتجِ.

المتفاعلُ: مادَّةٌ أو جزيءٌ يساهمُ في تفاعلٍ كيميائيٍّ.

الناتجُ: المادَّةُ التي تتكوَّنُ في تفاعلٍ كيميائيٍّ.

المعادلاتُ الكيميائيَّةُ

يستخدمُ الكيميائيّون، في جميعِ أنحاءِ العالمِ، الرموزَ الكيميائيَّةَ والصيغَ الكيميائيَّةَ. وبدلَ تغييرِ الكلماتِ والجُملِ من لغةٍ إلى لغةٍ لوصفِ التفاعلاتِ، يستخدمُ الكيميائيّون معادلاتٍ كيميائيَّةٍ. يُستخدمُ في **المعادلةِ الكيميائيَّةِ** Chemical equation رموزٌ كيميائيَّةٌ وصيغٌ كيميائيَّةٌ لوصفِ تفاعلٍ كيميائيٍّ باختصارٍ. تكونُ المعادلةُ الكيميائيَّةُ قصيرةً ويفهمُها كلُّ مَنْ يفهمُ الصيغَ الكيميائيَّةَ.

من المتفاعلاتِ إلى النواتجِ

عندَما يحترقُ الكربونُ، يتفاعلُ مع الأكسجينِ ليكوِّنَ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ. يبيِّنُ **الشكلُ ٤** كيفَ يستخدمُ الكيميائيُّ معادلةً لوصفِ هذا التفاعلِ. تُسمّى الموادُّ الأصليَّةُ في تفاعلٍ كيميائيٍّ **المتفاعلاتِ** Reactants. أما الموادُّ الناتجةُ عن التفاعلِ الكيميائيِّ فتُسمّى **النواتجَ** Products. الكربونُ والأكسجينُ، في هذا المثالِ، هما المُتفاعلانِ، وثاني أكسيدِ الكربونِ هو الناتجُ.

تحقَّقْ

ما الفرقُ بينَ المتفاعلاتِ والنواتجِ في تفاعلٍ كيميائيٍّ؟

تُكتبُ صيغُ **المتفاعلاتِ** قبلَ السهمِ.

تُكتبُ صيغُ **النواتجِ** بعدَ السهمِ.

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$

تفصلُ **علامةُ الجمعِ** (+) بينَ صيغِ المتفاعلاتِ، أو بينَ صيغِ النواتجِ.

يفصلُ **السهمُ** بينَ صيغِ المتفاعلاتِ وصيغِ النواتجِ.

الشكلُ ٤ أجزاءُ المعادلةِ الكيميائيَّةِ



يُستخدمُ الفحمُ لطهوِ الغذاءِ، فعندَما يتفاعلُ الكربونُ مع الأكسجينِ ينتجُ غازُ ثاني أكسيدِ الكربونِ.

الشكلُ ٥ أمثلةٌ على رموزٍ وصيغٍ متشابهةٍ






CO_2

الصيغةُ الكيميائيَّةُ **لثاني أكسيدِ الكربونِ** هي CO_2. ثاني أُكسيدِ الكربونِ غازٌ لا رائحةَ له ولا لونَ، يوجدُ في هواءِ الزفيرِ.

CO

الصيغةُ الكيميائيَّةُ **لأوَّلِ أكسيدِ الكربونِ** هي CO. أوَّلُ أكسيدِ الكربونِ غازٌ لا رائحةَ له ولا لونَ، وهو سامٌّ.

Co

الرمزُ الكيميائيُّ لعنصرِ **الكوبالت** هو Co. الكوبالتُ فلزٌّ رماديٌّ مائلٌ إلى اللونِ الأزرقِ.

يجبُ أن يُكتبَ رمزُ كلِّ مادَّةٍ أو صيغتُها في المعادلةِ بشكلٍ صحيحٍ. استخدمْ للمركَّبِ الصيغةَ الكيميائيَّةَ الصحيحةَ. واستخدمْ للعنصرِ الرمزَ الكيميائيَّ الخاصَّ بالعنصرِ. المعادلةُ التي تتضمَّنُ رمزًا كيميائيًّا خاطئًا، أو صيغةً كيميائيَّةً خاطئةً لا تصفُ التفاعلَ بشكلٍ صحيحٍ. حتى الخطأُ الصغيرُ يمكنُ، في الحقيقةِ، أن ينتجَ عنه فرقٌ كبيرٌ. يبيِّنُ **الشكلُ ٥** كيفَ تكونُ الصيغُ أو الرموزُ متشابهةً.

وزنُ المعادلاتِ الكيميائيَّةِ

كلُّ معادلةٍ كيميائيَّةٍ، لا تُفقدُ فيها الذرّاتُ أبدًا، ولا تكتسبُ، بل يُعادُ ترتيبُها فقطْ. كلُّ ذرَّةٍ من المتفاعلاتِ تصبحُ جزءًا من النواتجِ. عندَ كتابةِ معادلةٍ كيميائيَّةٍ، تأكَّدْ من أن عددَ ذرّاتِ كلِّ عنصرٍ في المتفاعلاتِ يساوي عددَ ذرّاتِه في النواتجِ. يُسمّى ذلك موازنةَ المعادلةِ.

تأتي موازنةُ المعادلاتِ من عملِ الكيميائيِّ الفرنسيِّ، أنطوان لافوازييه. في العامِ ١٧٠٠، وجدَ لافوازييه أن الكتلةَ الكليَّةَ للمتفاعلاتِ تساوي دائمًا الكتلةَ الكليَّةَ للنواتجِ. أدّى عملُ لافوازييه إلى **قانونِ حفظِ الكتلةِ** Law of conservation of mass. ينصُّ هذا القانونُ على أن الذرّاتِ لا تُستحدثُ ولا تفنى، خلالَ تغيُّراتٍ كيميائيَّةٍ أو فيزيائيَّةٍ عاديَّةٍ. يعني هذا القانونُ أن المعادلةَ الكيميائيَّةَ ينبغي أن تبيِّنَ أعدادَ الذرّاتِ نفسَها وأنواعَ الذرّاتِ نفسَها على طرفَي السهمِ.

وقفةٌ معَ الرياضيّاتِ

عدُّ الذرّاتِ

تحتوي بعضُ الصيغِ الكيميائيَّةِ على أقواسٍ. عندَ عدِّ الذرّاتِ، اضربْ أيَّ شيءٍ داخلَ الأقواسِ بالرقمِ السفليِّ. مثلاً، يحتوي $Ca(NO_3)_2$ على ذرَّةِ كالسيومٍ واحدةٍ، وذرَّتَي (١ × ٢) نيتروجين وستِّ (٣ × ٢) ذرّاتِ أكسجين. جدْ عددَ ذرّاتِ كلِّ عنصرٍ في الصيغتَيْن: $Mg(OH)_2$ و $Al_2(SO_4)_3$.

قانونُ حفظِ الكتلةِ: ينصُّ قانونُ حفظِ الكتلةِ على أن الكتلةَ لا تُستحدثُ ولا تفنى خلالَ تغيُّراتٍ فيزيائيَّةٍ وكيميائيَّةٍ عاديَّةٍ.

كيفَ تزنُ معادلةً؟

لموازنةِ معادلةٍ، عليكَ أن تستخدمَ المُعامِلَ. **المُعامِلُ** عددٌ نضعهُ أمامَ كلّ رمزٍ كيميائيٍّ أو صيغةٍ كيميائيَّةٍ. مثلاً، يمثِّلُ $2CO$ جزيئَيْ أوَّلِ أُكسيدِ الكربون. العددُ ٢ هو المُعامِلُ.

لكي تزنَ معادلةً، يجبُ عدُّ جميعِ الذرّاتِ. لذلك يجبُ ضربُ العددِ السفليِّ لكلِّ عنصرٍ في صيغةٍ بمُعاملِ الصيغةِ. مثلاً: تحتوي $2H_2O$ على أربعِ ذرّاتِ هيدروجين وذرَّتَيْ أكسجين. عندَ موازنةِ المعادلاتِ، يمكنُ فقط تغييرُ المُعاملاتِ وليسَ الأعدادَ السفليَّةَ. إن تغييرَ العددِ السفليِّ لمركَّبٍ يغيِّرُ نوعيَّةَ المركَّبِ. يبيِّنُ **الشكلُ ٦** كيفَ تزنُ معادلةً.

تحقَّقْ

ما مُعامِلُ $4O_2$ في معادلةٍ؟

رابطُ فنونٍ لغويَّةٍ

الجزيئاتُ ثنائيَّةُ الذرَّةِ

توجدُ سبعةٌ من العناصرِ الكيميائيَّةِ على شكلِ جزيئاتٍ ثنائيَّةِ الذرَّةِ. ابحثْ لتتعرَّفَ تلكَ العناصرَ السبعةَ. اكتبْ تقريرًا قصيرًا يصفُ كلَّ جُزيءٍ ثنائيِّ الذرَّةِ. تأكَّدْ من تضمينِ التقريرِ صيغةَ كلِّ جزيءٍ.

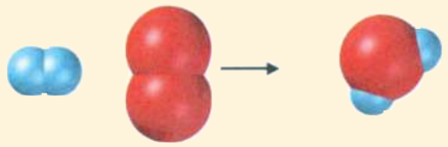
الشكلُ ٦ موازنةُ معادلةٍ كيميائيَّةٍ

اتَّبعْ هذه الخطواتِ لكتابةِ معادلةٍ موزونةٍ لـ:

$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$

١ عُدَّ ذرّاتِ كلِّ عنصرٍ في المتفاعلاتِ وفي النواتجِ. يمكنُكَ أن تلاحظَ أنَّ عددَ ذرّاتِ الأكسجينِ في النواتجِ أقلُّ من عددِها في المتفاعلاتِ.

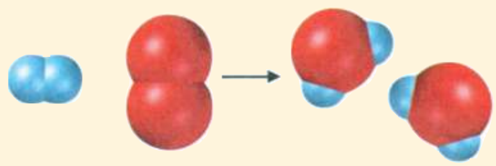
المتفاعلات $H_2 + O_2$ ← النواتج H_2O



H = ٢ O = ٢ | H = ٢ O = ١

٢ لموازنةِ ذرّاتِ الأكسجين، ضعِ المُعاملَ ٢ أمامَ H_2O، تحصلْ على ذرَّتَيْ أكسجين في المتفاعلاتِ، وكذلكَ في النواتجِ. لكنَّ الآنَ عددَ ذرّاتِ الهيدروجينِ في المتفاعلاتِ أقلُّ مما هو في النواتجِ.

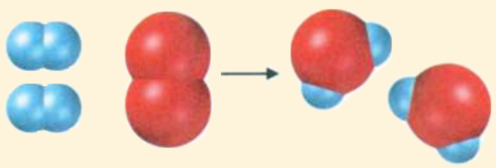
المتفاعلات $H_2 + O_2$ ← النواتج $2H_2O$



H = ٢ O = ٢ | H = ٤ O = ٢

٣ لموازنةِ ذرّاتِ الهيدروجين، ضعِ المُعاملَ ٢ أمامَ H_2. لكنْ لتتأكَّدَ من صحَّةِ الإجابةِ، تحقَّقْ مرَّتَيْن من عملِكَ.

المتفاعلات $2H_2 + O_2$ ← النواتج $2H_2O$



H = ٤ O = ٢ | H = ٤ O = ٢

مختبرٌ سريعٌ

حفظُ الكتلةِ

١. ضعْ 5 g من **كربوناتِ الصوديوم الهيدروجينيَّة** في **كيسٍ من البلاستيكِ يمكنُ غلقُه.**

٢. ضعْ 5 mL **من الخلِّ** في **علبةٍ بلاستيك مثل العُلب المستخدمةِ لحفظِ الأفلامِ.** ضعِ الغطاءَ على العلبةِ.

٣. ضعِ العلبةَ المغطّاةَ داخلَ الكيسِ. اضغطِ الكيسَ لإخراجِ الهواءِ منه. أغلقِ الكيسَ بإحكامٍ.

٤. استخدمِ **الميزانَ** لقياسِ كتلةِ الكيسِ ومحتوياتِه.

سجِّلِ الكتلةَ.

٥. مع إبقاءِ الكيسِ مغلقًا، افتحِ العلبةَ داخلَ الكيسِ. امزجِ الخلَّ مع كربوناتِ الصوديومِ الهيدروجينيَّةِ. سجِّلْ ملاحظاتِك.

٦. عندمَا يتوقَّفُ التفاعلُ، قسْ كتلةَ الكيسِ مع محتوياتِه. سجِّلِ الكتلةَ.

٧. قارنْ كتلةَ الموادِّ قبلَ التفاعلِ مع كتلتِها بعدَ التفاعلِ. ودوِّنْ ملاحظاتِك.

مراجعةُ القسمِ

ملخّص

- تستخدمُ الصيغةُ الكيميائيَّةُ الرموزَ والأرقامَ السفليَّةَ لوصفِ تركيبِ المركّبِ.
- يمكنُ في أغلبِ الأحيانِ كتابةُ الصيغِ الكيميائيَّةِ من أسماءِ مركّباتٍ تساهميَّةٍ أو أيونيَّةٍ.
- تُستخدمُ في المعادلةِ الكيميائيَّةِ الصيغُ الكيميائيَّةُ، والرموزُ الكيميائيَّةُ والمُعاملاتُ، لوصفِ تفاعلٍ كيميائيٍّ.
- تتطلّبُ موازنةُ معادلةٍ كيميائيَّةٍ، وجودَ أعدادِ الذرّاتِ نفسَها وأنواعِ الذرّاتِ نفسِها على كلٍّ من طرفَيِ المعادلةِ.
- ينطبقُ على المعادلةِ الموزونةِ قانونُ حفظِ الكتلةِ الذي ينصُّ على التالي: لا يمكنُ استحداثُ الكتلةِ ولا إفناؤها خلالَ التغيُّراتِ الفيزيائيَّةِ والكيميائيَّةِ العاديَّةِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

العباراتُ التاليةُ خطأ، بدِّلْ، في كلِّ تعبيرٍ، المفردةَ التي تحتَها خط للحصولِ على التعبيرِ الصحيحِ.

١. تصفُ <u>الصيغةُ</u> الكيميائيَّةُ تفاعلاً كيميائيًّا.

٢. الموادُّ التي تتكوَّنُ خلالَ تفاعلٍ كيميائيٍّ هي <u>المتفاعلاتُ</u>.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. الصيغةُ الكيميائيَّةُ الصحيحةُ لرابعِ كلوريدِ الكربونِ، هي:

أ. CCl_3 ج. CCl

ب. C_3Cl د. CCl_4

٤. يُستخدمُ أكسيدُ الكالسيوم لجعلِ التربةِ أقلَّ حموضةً. صيغتُه هي:

أ. Ca_2O_2 ج. CaO_2

ب. CaO د. Ca_2O

٥. زنِ المعادلاتِ التاليةَ:

أ. $Na + Cl_2 \rightarrow NaCl$

ب. $Mg + N_2 \rightarrow Mg_3N_2$

٦. كيفَ توضِّحُ معادلةٌ كيميائيَّةٌ موزونةٌ أنَّ الكتلةَ لا تُستحدثُ ولا تفنى خلالَ أيِّ تغيُّرٍ كيميائيٍّ؟

٧. ما الفرقُ بينَ الرقمِ السفليِّ والمُعاملِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٨. احسبْ عددَ ذرّاتِ كلِّ عنصرٍ ممثَّلٍ في كلٍّ من الصيغِ التاليةِ: $2Na_3PO_4$، $4Al_2(SO_4)_3$، $6PCl_5$.

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تحليلُ الطرقِ**: صفْ كيفَ تُكتبُ صيغةُ مركَّبٍ تساهميٍّ. اكتبْ مثالاً على مركَّبٍ تساهميٍّ.

١٠. **تطبيقُ المفاهيمِ**: وضِّحْ لماذا لا يمكنُ تغييرُ الرقمِ السفليِّ في مركَّبٍ كيميائيٍّ خلالَ موازنةِ المعادلةِ.

القسمُ
٣

أنواعُ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ وطاقةُ التفاعلاتِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ أربعةَ أنواعٍ من التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ.
- يصنّفُ المعادلةَ الكيميائيَّةَ بحسبِ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ الأربعةِ.
- يقارنُ تفاعلاتٍ ماصَّةً للحرارةِ مع تفاعلاتٍ طاردةٍ للحرارةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

تفاعلُ الاتِّحادِ
تفاعلُ الانحلالِ
تفاعلُ الاستبدالِ الأحاديّ
تفاعلُ الاستبدالِ الثنائيّ
التفاعلُ الطاردُ للحرارةِ
التفاعلُ الماصُّ للحرارةِ
قانونُ حفظِ الطاقةِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مساعدٌ للتذكّرِ: خلالَ قراءتِكَ لهذا القسمِ، ابتكرْ شيئًا ينشّطُ ذاكرتَكَ، ليساعدَكَ على تذكّرِ أنواعِ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ الأربعةِ.

تُعدُّ بالآلافِ التفاعلاتُ الكيميائيَّةُ المعروفةُ. هل تتخيَّلْ أنَّ عليكَ أنْ تحفظَ غيبًا ما لا يقلُّ عن خمسينَ تفاعُلاً من هذه التفاعلاتِ؟

من المستحيلِ تذكُّرُها كلِّها! لكن لحُسنِ الحظِّ أنَّ هناكَ مساعدًا. فكما صُنِّفتِ العناصرُ إلى مجموعاتٍ وفقَ خصائصِها، يمكنُ تصنيفُ التفاعلاتِ وفقَ ما يحدثُ خلالَ التفاعلِ.

يمكنُ وضعُ معظمِ التفاعلاتِ ضمنَ أحدِ الأنواعِ الأربعةِ التاليةِ: الاتّحادِ، الانحلالِ، الاستبدالِ الأحاديِّ، الاستبدالِ الثنائيِّ. لكلِّ نوعِ تفاعلٍ نمطٌ يبيِّنُ كيفَ تصبحُ المتفاعلاتُ نواتجَ. إحدى الطرقِ، التي يمكنُ استخدامُها في تذكُّرِ ما يحدثُ خلالَ كلِّ نوعِ تفاعلٍ، تعودُ إلى تخيُّلِ ما يحدثُ عندما توصَّلُ قاطرةٌ ومقطورةٌ لدى نقلِ البضائعِ. خلالَ دراستِكَ لكلِّ نوعِ تفاعلٍ، ادرسْ نماذجَ القاطراتِ والمقطوراتِ. سوفَ تساعدُكَ هذه النماذجُ على تعرُّفِ كلِّ نوعِ تفاعلٍ.

تفاعلاتُ الاتِّحادِ

تفاعلُ الاتِّحادِ Synthesis reaction تفاعلٌ تتَّحدُ فيه مادَّتانِ أو أكثرُ لتكوينِ مركَّبٍ جديدٍ. مثلاً يحدثُ تفاعلُ اتّحادٍ عندما يتفاعلُ الصوديومُ مع الكلورِ. ينتجُ عن ذلك كلوريدُ الصوديومِ، أي ملحُ الطعامِ الذي تعرفُه. يمكنُ وضعُ نموذجٍ لتفاعلِ الاتّحادِ بوصلِ مقطورةٍ بقاطرةٍ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ١**.

تفاعلُ الاتّحادِ: تفاعلٌ تتَّحدُ فيه مادَّتانِ أو أكثرُ لتكوينِ مركَّبٍ جديدٍ.

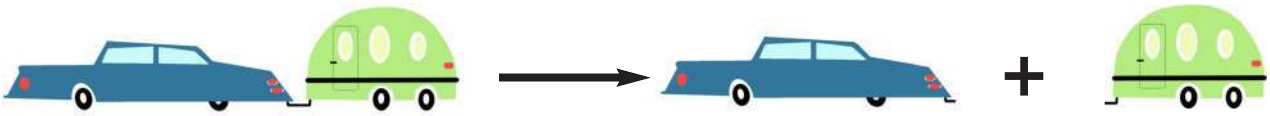
تحقّقْ
ما تفاعلُ الاتِّحادِ؟

$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$$



الشكلُ ١ يتفاعلُ الصوديومُ مع الكلورِ لتكوينِ كلوريدِ الصوديومِ.

$$H_2CO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2$$



الشكلُ ٢ يتفكَّكُ حمضُ الكربونيكِ H_2CO_3، ليكوِّنَ الماءَ وثانيَ أكسيدِ الكربونِ.

تفاعلاتُ الانحلالِ

تفاعلُ الانحلالِ Decomposition reaction تفاعلٌ يتفكَّكُ فيه مركَّبٌ واحدٌ لتتكوَّنَ مادَّتان أو أكثرُ أبسطُ تركيبًا. الانحلالُ عكسُ الاتِّحادِ. يمكنُ أن يكونَ نموذجُ تفاعلِ الانحلالِ بمثابةِ انفصالِ القاطرةِ عن المقطورةِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٢**.

تفاعلُ الانحلالِ: تفاعلٌ يتفكَّكُ فيه مركَّبٌ واحدٌ لتتكوَّنَ مادَّتان أو أكثرُ أبسطُ تركيبًا.

تفاعلُ الاستبدالِ الأحاديِّ: تفاعلٌ يستبدلُ فيه عنصرٌ معيَّنٌ بعنصرٍ آخرَ في مركَّبٍ.

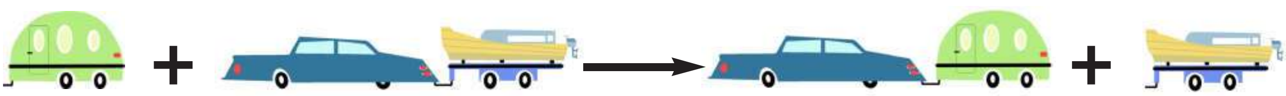
تفاعلاتُ الاستبدالِ الأحاديِّ

يُستبدلُ أحيانًا عنصرٌ بعنصرٍ آخرَ كان جزءًا من مركَّبٍ. يسمّى هذا النوعُ من التفاعلِ **تفاعلَ الاستبدالِ الأحاديِّ** Single-displacement reaction. تتكوَّنُ نواتجُ تفاعلاتِ الاستبدالِ الأحاديِّ من مركَّبٍ جديدٍ وعنصرٍ مختلفٍ. يفترضُ في نموذجِ القاطرةِ والمقطورةِ لتفاعلِ الاستبدالِ الأحاديِّ أن تُستبدلَ بالمقطورةِ مقطورةٌ أُخرى مختلفةٌ عن الأولى، وتحلُّ محلَّها، فتتشكَّلُ مجموعةٌ جديدةٌ من قاطرةٍ ومقطورةٍ، بالإضافةِ إلى مقطورةٍ جديدةٍ منفردةٍ. كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٣**.

تحقَّقْ

فيمَ يختلفُ تفاعلُ الانحلالِ عن تفاعلِ الاتِّحادِ؟

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$



الشكلُ ٣ يحلُّ الخارصينُ محلَّ الهيدروجينِ في حمضِ الهيدروكلوريكِ ليتكوَّنَ كلوريدُ الخارصينِ وغازُ الهيدروجينِ.

الشكلُ ٤ نشاطيَّةُ العناصرِ

$Cu + 2AgNO_3 \rightarrow 2Ag + Cu(NO_3)_2$

النحاسُ أنشطُ كيميائيًّا من الفضَّةِ.



$Ag + Cu(NO_3)_2 \rightarrow$ لا تفاعلَ

الفضَّةُ أقلُّ نشاطًا من النحاسِ.



نشاطيَّةُ العناصرِ

خلالَ تفاعلِ الاستبدالِ الأحاديِّ، يحلُّ العنصرُ ذو النشاطيَّةِ الأعلى محلَّ العنصرِ ذي النشاطيَّةِ الأقلِّ في المركَّبِ. مثلاً، يبيِّنُ **الشكلُ ٤** أن للنحاسِ نشاطيَّةً أكثرَ من الفضَّةِ. يمكنُ للنحاسِ (Cu) أن يحلَّ محلَّ أيونِ الفضَّةِ Ag في مركَّبِ نيتراتِ الفضَّةِ. لكنَّ التفاعلَ المعاكسَ لا يحدثُ، لأنَّ للفضَّةِ نشاطيَّةً أقلَّ من النحاسِ.

إن عناصرَ المجموعةِ ١ في الجدولِ الدوريِّ هي الفلزّاتُ الأكثرُ نشاطًا. القليلُ جدًّا من اللافلزّاتِ تدخلُ في تفاعلاتِ استبدالٍ أحاديٍّ. في الحقيقةِ، تساهمُ لافلزّاتُ المجموعةِ ١٧ فقطْ في تفاعلاتِ استبدالٍ أحاديٍّ.

تحقَّقْ

لِمَ يحلُّ أحيانًا عنصرٌ محلَّ عنصرٍ آخرَ في تفاعلِ استبدالٍ أحاديٍّ؟

مختبرٌ سريعٌ

تحديدُ الهويَّةِ لبعضِ التفاعلاتِ

١. ادرسْ كلاًّ من التفاعلاتِ التاليَّةِ:

$4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$ $\qquad P_4 + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$

$2Ag_3N \rightarrow 6Ag + N_2$ $\qquad Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

٢. اصنعْ نماذجَ لكلٍّ من هذه التفاعلاتِ، مستخدمًا قطعَ **معجونٍ ملوَّنٍ**. اخترْ معجونًا من ألوانٍ مختلفةٍ، لتمثيلِ كلِّ نوعٍ من الذرّاتِ.

٣. حدِّدْ نوعَ كلِّ تفاعلٍ: اتِّحادٍ، انحلالٍ، استبدالٍ أحاديٍّ.

تفاعلاتُ الاستبدالِ الثنائيِّ

تفاعلُ الاستبدالِ الثنائيِّ تفاعلٌ تتبادلُ Double-displacment reaction فيه أيوناتُ مركَّبَيْن مواقعَها. غالبًا ما يكونُ أحدُ نواتجِ هذا التفاعلِ غازًا، أو راسبًا صلبًا. يكونُ نموذجُ القاطرةِ والمقطورةِ لتفاعلِ الاستبدالِ الثنائيِّ مكوَّنًا من مجموعتَيْ قاطرةٍ ومقطورةٍ تتبادلان المقطورتَيْن، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٥**.

$$NaCl + AgF \longrightarrow NaF + AgCl$$



الشكلُ ٥ يحدثُ تفاعلُ الاستبدالِ الثنائيِّ عندَما يتفاعلُ كلوريدُ الصوديوم مع فلوريدِ الفضَّةِ، لتكوينِ فلوريدِ الصوديوم وكلوريدِ الفضَّةِ (راسب).

تفاعلُ الاستبدالِ الثنائيِّ: تفاعلٌ يتكوَّنُ فيه غازٌ، أو راسبٌ صلبٌ أو مركَّبٌ جزيئيٌّ، نتيجةَ تبادلِ أيونَيْن بينَ مركَّبَيْن.

التفاعلُ الطاردُ للحرارةِ: تفاعلٌ تنطلقُ منه حرارةٌ باتِّجاهِ ما يحيطُ به.

التفاعلاتُ والطاقةُ

الطاقةُ الكيميائيَّةُ جُزءٌ من جميعِ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ. تدعو الحاجةُ إلى الطاقةِ لتفكيكِ الروابطِ الكيميائيَّةِ في المتفاعلاتِ. وخلالَ تكوينِ روابطَ جديدةٍ في النواتجِ، تنطلقُ طاقةٌ. بمقارنةِ الطاقةِ الكيميائيَّةِ للمتفاعلاتِ مع الطاقةِ الكيميائيَّةِ للنواتجِ، يمكنُكَ أن تحدِّدَ أنَّ ما حصلَ هو انطلاقُ طاقةٍ أم امتصاصُ طاقةٍ خلالَ التفاعلِ.

التفاعلاتُ الطاردةُ للحرارةِ

يُسمَّى التفاعلُ الكيميائيُّ الذي تنطلقُ منه طاقةٌ **تفاعلاً طاردًا للحرارةِ** Exothermic reaction. يمكنُ للتفاعلاتِ الطاردةِ للحرارةِ أن تطلقَ طاقةً بعدَّةِ أشكالٍ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٦**. غالبًا ما تُكتبُ الطاقةُ المنطلقةُ من تفاعلٍ طاردٍ للحرارةِ كناتجٍ في المعادلةِ الكيميائيَّةِ، كما نرى في المعادلةِ التاليةِ:

$$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + \text{طاقة}$$

الشكلُ ٦ أشكالُ طاقةٍ منطلقةٍ من تفاعلاتٍ كيميائيَّةٍ طاردةٍ للحرارةِ



تظهرُ **طاقةٌ ضوئيَّةٌ** من تفاعلٍ طاردٍ للحرارةِ يحدثُ في هذه القضبانِ الضوئيَّةِ.



تظهرُ **طاقةٌ كهربائيَّةٌ** من تفاعلٍ طاردٍ للحرارةِ يحدثُ في هذه البطاريَّةِ.



تظهرُ **طاقةٌ ضوئيَّةٌ وطاقةٌ حراريَّةٌ** من تفاعلٍ طاردٍ للحرارةِ يحدثُ في موقدِ المخيَّمِ.

التفاعلُ الماصُ للحرارةِ: تفاعلٌ كيميائيٌ يتطلّبُ حرارةً.

قانونُ حفظِ الطاقةِ: القانونُ الذي ينصُّ على أن الطاقةَ لا يمكنُ استحداثُها أو إفناؤها، بل يمكنُ تحويلُها من شكلٍ إلى آخرَ.

تحقّقْ

ما التفاعلُ الماصُّ للحرارةِ؟

التفاعلاتُ الماصّةُ للحرارةِ

يُسمّى التفاعلُ الكيميائيُّ الذي يكتسبُ طاقةً **تفاعلاً ماصًا للحرارةِ** **Endothermic reaction**. غالبًا ما تُكتبُ الطاقةُ التي تكتسبُ خلالَ تفاعلٍ ماصٍّ للحرارةِ كمتفاعلٍ في المعادلةِ الكيميائيَّةِ. وهذا ما نراهُ في المعادلةِ التاليةِ:

$$2H_2O + \text{طاقة} \rightarrow 2H_2 + O_2$$

البناءُ الضوئيُّ مثالٌ على عمليَّةِ امتصاصٍ للحرارةِ. خلالَ البناءِ الضوئيِّ، تستخدمُ النباتاتُ طاقةَ ضوءِ الشمسِ لإنتاجِ الجلوكوزِ. الجلوكوزُ سكّرٌ بسيطٌ يُستخدمُ في التغذيةِ. المعادلةُ التي تصفُ البناءَ الضوئيَّ هي التاليةُ:

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

قانونُ حفظِ الطاقةِ

لا يمكنُ استحداثُ كتلةٍ ولا طاقةٍ ولا يمكنُ إفناؤُهما خلالَ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ. ينصُّ **قانونُ حفظِ الطاقةِ** **Law of conservation of energy** على التالي: لا يمكنُ استحداثُ الطاقةِ ولا إفناؤها، بل يمكنُ أن يتغيَّرَ شكلُ الطاقةِ. ويمكنُ نقلُ الطاقةِ من جسمٍ إلى آخرَ بطريقةِ انتقالِ العصا من عدّاءٍ إلى آخرَ خلالَ سباقِ التتابعِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٧**.

الطاقةُ التي تنطلقُ خلالَ التفاعلاتِ الطاردةِ للحرارةِ تكونُ في البدءِ مخزَّنةً في الروابطِ الكيميائيَّةِ في المتفاعلاتِ. والطاقةُ التي تُكتسبُ خلالَ التفاعلاتِ الماصَّةِ للحرارةِ تخزَّنُ في النواتجِ. إذا ما أمكنَ لك قياسُ كلِّ الطاقةِ في تفاعلٍ، فسوف تجدُ أن كميَّةَ الطاقةِ الكليَّةَ (جميعُ الأشكالِ) هي نفسُها قبلَ التفاعلِ وبعدَه.



الشكلُ ٧ يمكنُ نقلُ الطاقةِ من جسمٍ إلى جسمٍ آخرَ بطريقةِ انتقالِ العصا من عدّاءٍ إلى آخرَ، خلالَ سباقِ التتابعِ.

مختبرٌ سريع

إعادةُ الإنذارِ

١. املأْ كوبًا من البلاستيكِ إلى نصفِه **بمحلولِ كلوريدِ الكالسيوم**.

٢. قِسْ درجةَ حرارةِ المحلولِ باستخدامِ **ترمومتر**.

٣. أضفْ بتأنٍّ **ملعقةً واحدةً من كربوناتِ الصوديوم الهيدروجينيَّة**.

٤. سجِّلْ ملاحظاتِك.

٥. سجِّلْ درجةَ حرارةِ المحلولِ عندَما ينتهي التفاعلُ.

٦. ما المؤشِّرُ الذي تلاحظُهُ والذي يدلُّ على أن تفاعلاً ماصًّا للحرارةِ قد حدثَ؟

مراجعةُ القسمِ

ملخّص

- تفاعلُ الاتّحادِ تفاعلٌ تتّحدُ فيه مادّتانِ أو أكثرُ لتكوينِ مركّبٍ جديدٍ.
- تفاعلُ الانحلالِ تفاعلٌ يتفكّكُ فيه مركّبٌ ما لتتكوّنَ مادّتانِ أو أكثرُ أبسطَ تركيبًا.
- تفاعلُ الاستبدالِ الأحاديِّ تفاعلٌ يحلُّ فيه عنصرٌ محلَّ عنصرٍ آخرَ كانَ جزءًا من مركّبٍ.
- تفاعلُ الاستبدالِ الثنائيِّ تفاعلٌ تتبادلُ فيهِ الأيوناتُ في مركَّبَيْنِ أماكنَها.
- تنطلقُ الطاقةُ خلالَ تفاعلٍ طاردٍ للحرارةِ.
- تُكتسبُ الطاقةُ خلالَ تفاعلٍ ماصٍّ للحرارةِ.
- ينصُّ قانونُ حفظِ الطاقةِ على التالي: لا يمكنُ استحداثُ الطاقةِ ولا إفناؤُها.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّحِ المقصودَ بكلٍّ من المفرداتِ التاليةِ: **تفاعلِ الاتّحادِ، تفاعلِ الانحلالِ، التفاعلِ الطاردِ للحرارةِ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. ما نوعُ التفاعلِ الذي تمثِّلُه المعادلةُ الكيميائيَّةُ التاليةُ؟

$FeS + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S$

أ. الاتِّحادُ

ب. الاستبدالُ الثنائيُّ

ج. الاستبدالُ الأحاديُّ

د. الانحلالُ

٣. صفِ الفرقَ بينَ تفاعلِ الاستبدالِ الأحاديِّ وتفاعلِ الاستبدالِ الثنائيِّ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٤. اكتبِ المعادلةَ الموزونةَ التي تبيِّنُ تفاعلَ يوديدِ البوتاسيومِ، KI، مع الكلورِ لتكوينِ كلوريدِ البوتاسيوم، KCl، واليودِ.

تفكيرٌ ناقد

٥. **تحليلُ الطرقِ**: التفاعلُ الأوَّلُ أدناهُ تفاعلُ استبدالٍ أحاديٍّ، يمكنُ أن يحدثَ في المختبرِ. وضِّحْ لماذا لا يمكنُ لتفاعلِ الاستبدالِ الأحاديِّ الثاني أن يحدثَ في المختبرِ؟

$CuCl_2 + Fe \rightarrow FeCl_2 + Cu$

$CaS + Al \rightarrow$ لا تفاعل

٦. **استدلال**: عندَما يُمزجُ مركَّبانِ أبيضانِ في محلولٍ، تتكوَّنُ مادَّةٌ صلبةٌ صفراءُ. أيُّ نوعٍ من التفاعلِ يكونُ قد حدثَ؟ وضِّحْ إجابتَك.

٧. **مقارنة**: قارنِ التفاعلاتِ الماصَّةَ للحرارةِ مع الطاردةِ للحرارةِ.



مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

١. طابقْ بينَ كلِّ مفردةٍ وتعريفِها، بوضعِ حرفِ المفردةِ في الفراغِ المناسبِ.
أ. الرقمُ السفليُّ
ب. تفاعلُ الاستبدالِ الأحاديِّ
ج. الناتج
د. التفاعلُ الطاردُ للحرارةِ
هـ. تفاعلُ الاتّحادِ
و. المُتفاعِل

_____ التفاعلُ الذي يتبادلُ فيه فلزّانِ مواقعَهما.
_____ التفاعلُ الكيميائيُّ الذي ينتجُ عنه طاقةٌ.
_____ التفاعلُ الكيميائيُّ الذي يتكوَّنُ خلالَه مركَّبٌ من مادَّتَيْنِ أو أكثرَ.
_____ هو العددُ ٢ في الرمزِ الكيميائيِّ Ag_2S.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٢. أيٌّ ممّا يلي هو الصيغةُ الكيميائيَّةُ لرابعِ أكسيدِ النيتروجينِ الثنائيِّ؟
أ. N_4O_2.
ب. NO_2.
ج. N_2O_5.
د. N_2O_4.

٣. أيُّ نوعٍ من التفاعلاتِ تبدِّلُ فيه الأيوناتُ في مركَّبَيْنِ أماكنَها؟
أ. الاتِّحاد.
ب. الانحلال.
ج. الاستبدالِ الأحاديِّ.
د. الاستبدالِ الثنائيِّ.

٤. أيٌّ مما يلي يُعدُّ مؤشِّرًا على حدوثِ تفاعلٍ كيميائيٍّ؟
أ. تكوُّنُ غازٍ.
ب. تكوُّنُ راسبٍ.
ج. انبعاثُ حرارةٍ.
د. جميعُ ما ورد.

٥. خلالَ تفاعلِ الانحلالِ:
أ. يتفكَّكُ مركَّبٌ إلى موادَّ أبسطَ تركيبًا.
ب. تتَّحدُ مادَّتانِ أو أكثرُ لتكوينِ مركَّبٍ جديدٍ.
ج. يغيِّرُ عنصرٌ مكانَه من مركَّبٍ إلى آخرَ.
د. جميعُ ما وردَ.

إجابةٌ قصيرةٌ

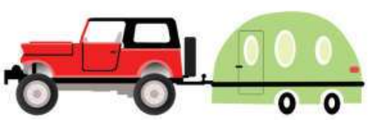
٦. سمِّ نوعَ التفاعلِ الذي تُمثِّلُه كلٌّ من المعادلاتِ التاليةِ:
أ. $2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$
ب. $2Na + MgSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + Mg$
ج. $Ba(CN)_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2HCN$

٧. صفْ ما يحصلُ للروابطِ الكيميائيَّةِ خلالَ تفاعلٍ كيميائيٍّ.

٨. ما اسمُ العددِ ٢ الواردِ في جزيءِ الماءِ H_2O؟

٩. تمثِّلُ المعادلةُ أدناه تفاعلَ الهيدروجينِ مع الأكسجينِ. هل هذا التفاعلُ ماصٌّ للحرارةِ أم طاردٌ للحرارةِ؟

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + \text{طاقة}$$



مهاراتٌ رياضيَّاتٍ

١٠. زنِ المعادلاتِ الكيميائيَّةَ التاليةَ:

أ. $Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$

ب. $Al + CuSO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + Cu$

ج. $Mg(OH)_2 + HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O$

١١. احسبْ عددَ ذرّاتِ كلِّ عنصرٍ مبيَّنٍ في الصيغِ أدناه.

أ. $CaSO_4$

ب. $4NaOCl$

ج. $Fe(NO_3)_2$

د. $2Al_2(CO_3)_3$

تفكيرٌ ناقدٌ

١٢. **خريطةُ المفاهيم:** وظِّفِ المفاهيمَ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: النواتجَ، التفاعلَ الكيميائيَّ، المعادلةَ الكيميائيَّةَ، الصيغَ الكيميائيَّةَ، المتفاعلاتِ، المُعاملاتِ، الأرقامَ السفليَّةَ.

١٣. **تقويمُ الافتراضاتِ:** صديقُك قلقٌ من شائعاتٍ سمعَها عن مادَّةٍ تُسمَّى أوَّلَ أكسيدِ الهيدروجينِ الثنائيِّ، موجودةٍ في النظامِ المائيِّ للمدينةِ. ماذا تقولُ لصديقِك مهدِّئًا مخاوفَه؟ (ملاحظة: اكتبْ صيغةَ المادَّةِ)

١٤. **تحليلُ العمليّاتِ:** عندَ تمريرِ تيّارٍ كهربائيٍّ في الماءِ، تتصاعدُ فقاقيعُ غازٍ. وضِّحْ لماذا يحدثُ تفاعلٌ كيميائيٌّ، ولماذا هذا التفاعلُ ماصٌّ للحرارةِ؟

١٥. **تطبيقُ المفاهيمِ:** قسْتَ كتلةَ أنبوبٍ فولاذيٍّ قبلَ أن تتركَه في الخارجِ. بعدَ مضيِّ شهرٍ تجدُ أنَّ الأنبوبَ قد صدأَ، وأنَّ كتلتَه قد ازدادَت. هل هذا التغيُّرُ يخالفُ قانونَ حفظِ الكتلةِ؟ وضِّحْ إجابتَك.

١٦. **تطبيقُ المفاهيمِ:** يتفاعلُ حمضُ الأسيتيكِ، وهو مركَّبٌ يوجدُ في الخلِّ، مع كربوناتِ الصوديومِ الهيدروجينيَّةِ، لإنتاجِ ثاني أكسيدِ الكربونِ، وماءٍ، وأسيتاتِ الصوديومِ. حدِّدْ، دونَ أن تكتبَ المعادلةَ، المتفاعلاتِ والنواتجَ في هذا التفاعلِ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

١٧. استخدمِ الصورةَ أدناهُ للإجابةِ عن السؤالَيْنِ التاليَيْنِ:



أ. ما المؤشِّرُ المبيَّنُ في الصورةِ، والذي يدعمُ الفكرةَ القائلةَ بأنَّ تفاعلاً كيميائيًّا يحدثُ؟

ب. هل هذا التفاعلُ ماصٌّ للحرارةِ أم طاردٌ للحرارةِ؟ وضِّحْ إجابتَك.



الوَحدةُ

ز

الموجاتُ

حينَ تسمعُ كلمةَ موجةٍ، قد يتبادرُ إلى ذهنِكَ موجُ البحرِ. لكنَّ الموجاتِ التي تصادفُها في كلِّ يومٍ لها تأثيرٌ في حياتِكَ أكبرُ من تأثيرِ أمواجِ الماءِ! في هذهِ الوحدةِ سوفَ تتعرَّفُ الموجاتِ، وكيفَ تحدثُ. يبيِّنُ هذا الخطُّ الزمنيُّ أحداثًا واكتشافاتٍ حصلَتْ على مدى التاريخِ، حيثُ كانَ العلماءُ يبحثونَ ليكتسبوا المزيدَ من المعلوماتِ عن الموجاتِ وعن طاقتِها .

٥٧٠ ق.م

لاحظَ الفيلسوفُ والعالِمُ اليونانيُّ فيثاغورس وجودَ علاقةٍ بينَ النغمةِ الموسيقيَّةِ وطولِ السلكِ، وبينها وبينَ عمودِ الهواءِ الذي يهتزُّ.

١٦٥٦

اخترعَ عالِمُ الرياضيّاتِ والفيزياءِ الهولنديُّ كريستيان هويغنز ساعةَ البندولِ.

١٩٢١

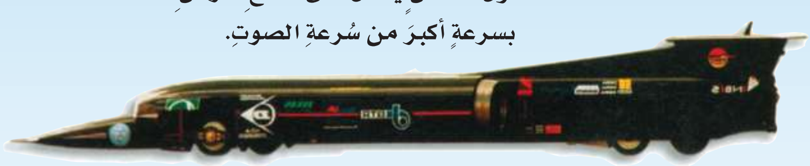
استخدمَ البريطانيّونَ نظامَ السونار (sonar) لأوَّلِ مرَّةٍ في البحارِ، بعدَ أن طوَّرَه علماءُ البحريَّةِ البريطانيَّةِ خلالَ الحربِ العالميَّةِ الأولى.

١٩٢٥

اخترعَ الميكروفونُ الذي يحوِّلُ الصوتَ إلى تيّارٍ كهربائيٍّ.

١٩٩٧

قادَ السائقُ البريطانيُّ آندي غرين سيّارةً نفّاثةً بسرعةِ 14 m/s، وكانَ أوَّلَ شخصٍ ينتقلُ على سطحِ الأرضِ بسرعةٍ أكبرَ من سُرعةِ الصوتِ.



١٨١٦

اخترعَ الطبيبُ الفرنسيُّ تيوفيل لاينك سمّاعةَ الطبيبِ.

١٩٢٠

اخترعَتْ أشرطةُ التسجيلِ الصوتيِّ المغنطيسيَّة.

١٩٨٣

استُخدمَتِ «الفأرةُ» لأوّلِ مرَّةٍ في الحواسيبِ الشخصيَّة.



١٩٨٤

اكتشفَت كايتي باجن أنَّ الفيلَةَ تتواصلُ بواسطةِ موجاتٍ تحت صوتيَّةٍ بتردُّداتٍ تتراوحُ بين 5 Hz و 30 Hz.

٢٠٠٢

طوَّرَ العُلماءُ ثلاّجةً حراريَّةً صوتيَّةً. يبرِّدُ هذا الجهازُ باستخدامِ موجةٍ صوتيَّةٍ ذاتِ سَعَةٍ عاليةٍ، بدلاً من المبرِّداتِ الكيميائيَّةِ.

٢٠٠٧

أعلنَتْ شركةُ IBM في ٢١ آذار ٢٠٠٧ عن إطلاقِ أسرعِ وأصغرِ مُعالِجٍ حاسوبيّ، سرعتُهُ 7.4 GHz، أي حوالَي ضعفَي سُرعةِ الجيلِ الذي سبقَه.



الفصل

١٤ طاقةُ الموجاتِ

الفكرةُ الرئيسةُ

تنقلُ الموجاتُ الطاقةَ، ولها خصائصُ قابلةٌ للوصفِ، وهي تتفاعلُ بطرقٍ يمكنُ توقُّعُها.

القسم

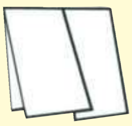
حولَ الصورةِ

يستفيدُ راكِبُ الأمواجِ من طاقةِ الموجةِ ليركبَ موجةَ المحيطِ. لكن هل تعرفُ أنَّ الضوءَ والصوتَ والهزّاتِ الأرضيَّةَ هي أيضًا موجاتٌ؟

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات **جدولٌ ثنائيُّ الطيّاتِ**

قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قمْ بإعدادِ **الجدولِ ثنائيِّ الطيّاتِ**. عَنونِ الطرفَيْنِ المتدلِّيَيْنِ بالعنوانَيْنِ التاليَيْنِ: «طبيعةُ الموجاتِ» و«خصائصُ الموجاتِ». وخلالَ قراءتِك للفصلِ اكتبِ المعلومةَ التي تتعلَّمُها عن كُلِّ فئةٍ، على الصفحةِ الداخليَّةِ خلفَ عنوانِ تلك الفئةِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

كيف تولدُ موجةٌ؟

ستلاحظُ في هَذا النشاطِ، حركةَ موجةٍ. وعلَيك أن تُحدِّدَ مصدرَ طاقةِ تلك الموجةِ.

الخُطوات

١. اربطْ طرفَ قطعةٍ من **حبل** بظهرِ **كرسيٍّ**.

٢. أمسِكْ بالطرفِ الآخرِ للحبل، وقِفْ بعيدًا عن الكرسيِّ لتُبقيَ الحبلَ شبهَ مستقيمٍ، من دونِ أن يكونَ مشدودًا بقوَّةٍ.

٣. حرِّكْ طرفَ الحبلِ إلى أعلى وإلى أسفلَ بسرعةٍ كي تُحدِثَ موجةً. كرِّرْ هذه الخطوةَ عِدَّةَ مرّاتٍ وسجِّلْ ما تلاحظُه.

التحليل

١. في أيِّ اتِّجاهٍ تتحرَّكُ الموجةُ؟

٢. كيف تتحرَّكُ أجزاءُ الحبلِ بالمُقارنةِ مع حركةِ الموجةِ؟

٣. من أينَ تأتي طاقةُ الموجةِ؟

القسم ١

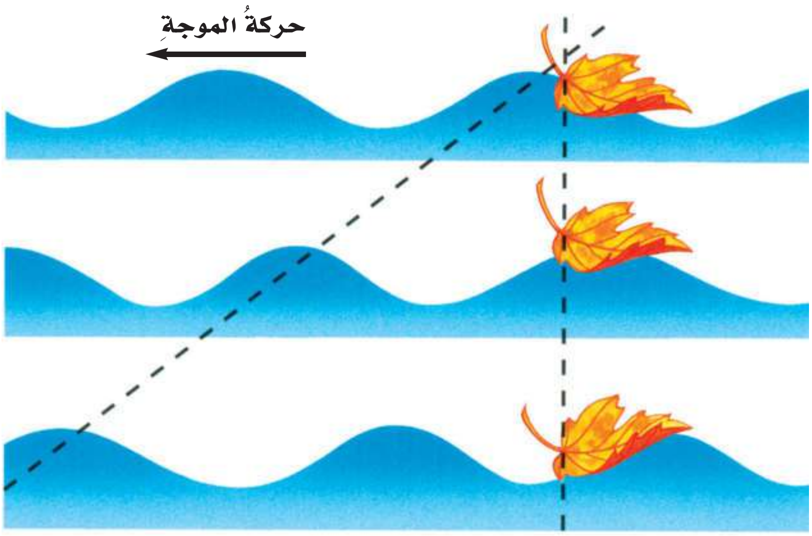
طبيعةُ الموجاتِ

تخيَّلْ أنَّكَ عائدٌ مع أُسرتِكَ إلى البيتِ، بعدَ أن تنزَّهْتَ على شاطئِ البحرِ، واستمْتَعْتَ باللعبِ في الماءِ تحتَ أشعَّةِ الشمسِ. ولكي تُحضِّرَ العشاءَ، وَضعْتَ كوبًا من الحليبِ في فُرنِ الميكروويف. وأدرْتَ المذياعَ. بعدَ ذلك رنَّ جرسُ الهاتفِ. إنَّه صديقٌ لك يسألُ عن صحَّتِك.

كم نوعًا من الموجاتِ وردَ في الأحداثِ التي ذُكِرَت؟ صدِّقْ أو لاتصدِّقْ، أنَّ خمسة أنواعٍ من الموجاتِ على الأقلِّ كانَتْ قائمةً لدَيْك! هل يمكنُكَ أن تسمِّيَها؟ إليكَ هذا التلميح: **الموجةُ Wave** كلُّ اضطرابٍ ينقلُ طاقةً عبر مادَّةٍ أو عبرَ الفراغِ. هذا يعني أنَّ الإجابةَ عن السؤالِ المطروحِ هي: موجاتُ الماءِ في البحرِ، الموجاتُ الضوئيَّةُ الآتيةُ من الشمسِ، موجاتُ الميكروويف في فرنِ الميكروويف، الموجاتُ الصادرةُ عن المذياعِ، الموجاتُ الصوتيَّةُ المُنبعثةُ من المذياعِ ومن الهاتفِ والمتكلِّمين. لا تقلقْ إذا لم تستطعْ أن تتعرَّفَ إلاّ القليلَ منها. لأنَّهُ سيكونُ في وسعِكَ تسميتُها كلُّها بعدَ قراءةِ هذا القسمِ.

الطاقةُ والموجةُ

يمكنُ نقلُ الطاقةِ بعيدًا عن مصدرِها بواسطةِ موجةٍ. يُمكنكَ مثلاً أن تلاحظَ أشياءَ على الموجةِ إذا أسقطْتَ حصاةً في بركةِ ماءٍ، حيثُ تتولَّدُ موجاتٌ. الموجاتُ تنقلُ الطاقةَ بعيدًا عن نقطةِ ارتطامِ الحصاةِ بسطحِ الماءِ، لكنَّ المادَّةَ التي تنتقلُ الموجاتُ عبرَها لا تنتقلُ مع الطاقةِ. انظرِ **الشكلَ ١**. هل يُمكنُكَ أن تحرِّكَ ورقةَ الشجرِ من مكانٍ إلى آخرَ من حوضِ الماءِ وأنت واقفٌ على حافةِ الحوضِ؟ يُمكنُكَ أن تجعلَ ورقةَ الشجرِ تهتزُّ صعودًا وهبوطًا إذا أحدثْتَ موجاتٍ تنقلُ طاقةً كافيةً عبرَ الماءِ. لكنَّكَ لا تستطيعُ دفعَ ورقةِ الشجرِ في اتِّجاهِ حركةِ الموجةِ.



الشكلُ ١ تنتقلُ الموجاتُ على سطحِ ماءِ الحوضِ في اتِّجاهِ جوانبِه. لكنَّ الماءَ وورقةَ الشجرِ التي تطفو على السطحِ، يهتزّانِ صعودًا وهبوطًا، ولا ينتقلُ أيٌّ منهما مع الموجاتِ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ كيفَ تَنقُلُ الموجاتُ طاقةً من دونِ أن تَنقُلَ مادَّةً.
- يميِّزُ بين موجاتٍ تحتاجُ إلى وسطٍ لتنتقلَ عبرَهُ، وموجاتٍ لا تحتاجُ إلى وسطٍ.
- يوضِّحُ الفرقَ بين الموجاتِ الطوليَّةِ والموجاتِ المُستعرِضَةِ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

الموجة	الموجاتُ المُستعرِضةُ
الوسط	الموجاتُ الطوليَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة: اقرأْ هذا القسمَ قراءةً صامتةً. سجِّلْ أسئلتَكَ حولَهُ، وناقشْها ضمنَ مجموعةٍ صغيرةٍ.

الموجةُ: اضطرابٌ في وسطٍ صلبٍ أو سائلٍ أو غازيٍّ ينقلُ طاقةً مع انتقالِهِ عبرَ هذا الوسطِ.

تحقَّقْ

ما الشيءُ المُشتركُ بينَ جميعِ الموجاتِ؟

الوسط: بيئةٌ ماديّةٌ تحصلُ فيها ظاهرةٌ.

الموجاتُ والشغلُ

الموجةُ حين تنتقلُ تبذلُ شغلاً، وتحرِّكُ كلَّ شيءٍ في مسارِها. تبذلُ الموجاتُ شغلاً وهي تحرِّكُ الماءَ في الحوضِ إلى أعلى وإلى أسفلَ. وهي تبذلُ شغلاً لتحريكِ كلِّ ما يطفو على سطحِ الماءِ. مثلاً: تهتزُّ المراكبُ والزوارقُ صعودًا وهبوطًا مع الموجاتِ ويصبحُ لدَيها طاقةٌ. هذا يدلُّ على أنَّ الموجاتِ تنقلُ طاقةً.

نقلُ الطاقةِ عبرَ وسطٍ

معظمُ الموجاتِ تنقلُ طاقةً عبرَ اهتزازِ جسيماتٍ في وسطٍ معيَّنٍ. **الوسطُ Medium** مادَّةٌ يمكنُ لموجةٍ أن تنتقلَ عبرَها. ويمكنُ أن يكونَ الوسطُ جسمًا صُلبًا أو سائلاً أو غازيًّا.

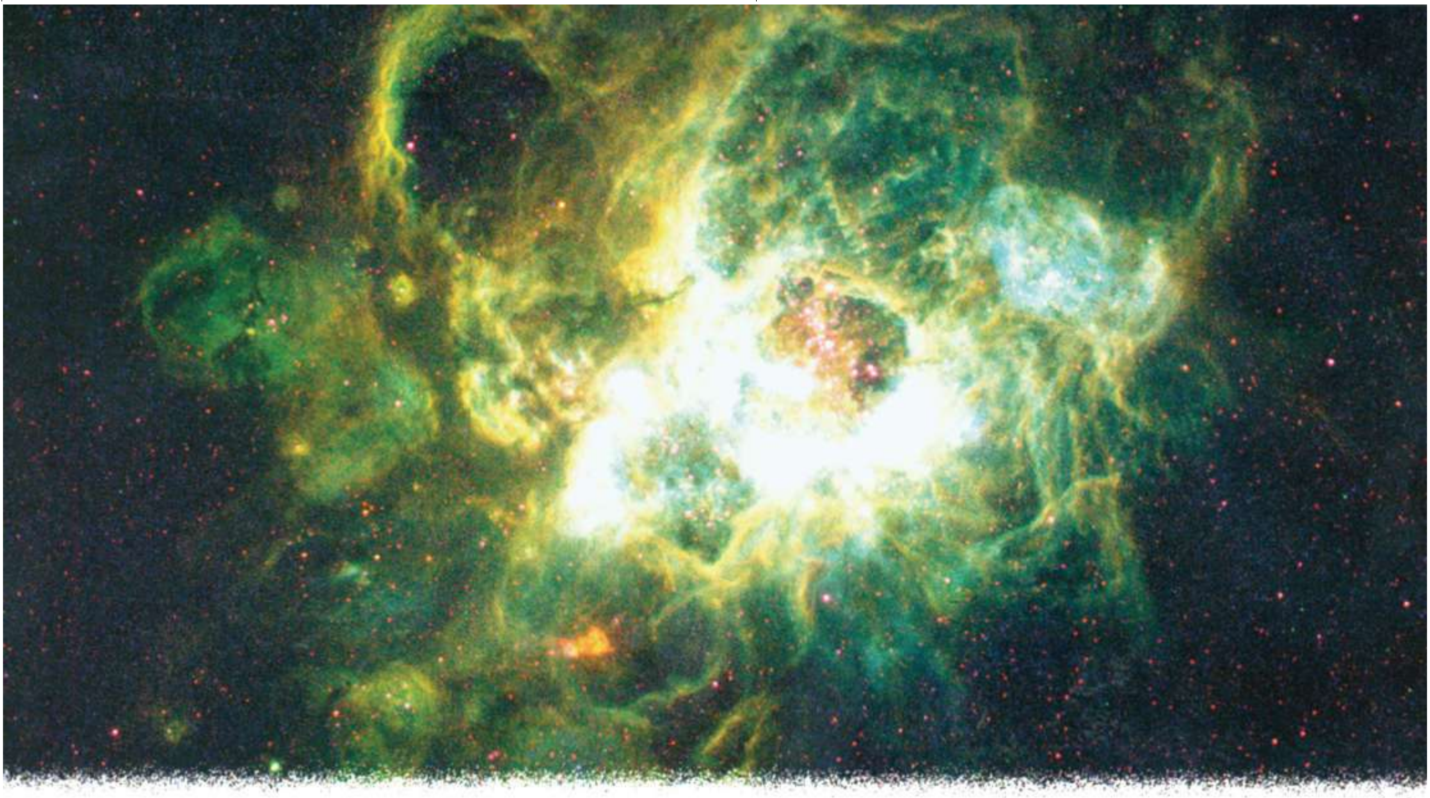
حين يهتزُّ جُسيمٌ في وسطٍ ما، يُمكنُهُ أن يَنقُلَ طاقةً إلى جُسيمٍ آخرَ بجوارِه. وسيهتزُّ الجسيمُ الثاني كما اهتزَّ الجسيمُ الأوَّلُ. بهذه الطريقةِ تُنقَلُ الطاقةُ عبرَ وسطٍ معيَّنٍ.

الموجاتُ الصوتيَّةُ تحتاجُ إلى وسطٍ. تنتقلُ الموجاتُ الصوتيَّةُ باهتزازِ جسيماتٍ في سوائلَ وغازاتٍ وأجسامٍ صُلبةٍ. لا وجودَ للصوتِ حيثُ لا توجدُ جسيماتُ مادَّةٍ. إذا وَضعْتَ مُنبِّهًا في ناقوسٍ زجاجيٍّ، وأفرغتَ الناقوسَ من الهواءِ، فإنَّكَ لن تسمعَ صوتَ المنبِّهِ.

من الموجاتِ التي تحتاجُ إلى وسطٍ، موجاتُ البحرِ التي تنتقلُ عبرَ الماءِ، والموجاتُ التي تولِّدُها الأوتارُ حين تهتزُّ. الموجاتُ التي تحتاجُ إلى وسطٍ ماديٍّ تُسمّى **الموجاتِ الميكانيكيَّةَ**. يبيِّنُ **الشكلُ ٢** تأثيرَ موجةٍ ميكانيكيَّةٍ في القشرةِ الأرضيَّةِ، تلك هي الهزَّةُ الأرضيَّةُ.



الشكلُ ٢ تسبِّبُ الهزّاتُ الأرضيَّةُ موجاتٍ زلزاليَّةً تنتقلُ عبرَ القشرةِ الأرضيَّةِ. قد تكونُ الطاقةُ التي تنقلُها شديدةَ التدميرِ فتصدِّعُ أو تدمِّرُ كلَّ ما على سطحِ الأرضِ.



الشكلُ ٣ الموجاتُ الضوئيَّةُ موجاتٌ كهرومغنطيسيَّةٌ ليسَتْ بحاجةٍ إلى وسطٍ تنتقل من خلاله. الموجاتُ الضوئيَّةُ الآتيةُ من سديمِ السرطانِ، المبيَّن في الصورة، تجتازُ في فراغِ الفضاءِ ملياراتِ الكيلومترات، قبل أن تبلغَ الأرضَ. يتمُّ اكتشافُها بواسطةِ تلسكوب.

نقلُ الطاقةِ بلا وسطٍ

تستطيعُ بعضُ الموجاتِ أن تنقُلَ طاقةً عندَ انتقالِها في الفراغِ. والضوءُ المرئيُّ مثالٌ على ذلك. وهناك أمثلةٌ أُخرى، منها موجات الميكروويف التي تولِّدُها أفرانُ الميكروويف، والموجاتُ اللاسلكيَّةُ التي تبثُّها محطّاتُ الإذاعةِ والتلفزيون، والأشعَّةُ السينيَّةُ التي يستخدمُها الأطبّاءُ وأطبّاءُ الأسنان. هذه الموجاتُ هي **موجاتٌ كهرومغنطيسيةٌ**.

وبالرغمِ من أنَّ الموجاتِ الكهرومغنطيسيَّةَ لا تحتاجُ إلى وسطٍ، فإنَّها تستطيعُ الانتقالَ عبرَ وسطٍ مادّيٍّ، كالهواءِ والماءِ والزجاجِ. الطاقةُ التي تصلُ إلى الأرضِ آتيةً من الشمس تأتي على شكلِ موجاتٍ كهرومغنطيسيَّةٍ منتقلةً عبر فراغِ الفضاءِ. يبيِّنُ **الشكلُ ٣** أنَّ في وسعِكَ رؤيةَ الضوءِ المنبعثِ من النجوم، لأنَّ الموجاتِ الكهرومغنطيسيَّةَ تنتقلُ عبر الفراغِ لتصلَ إلى الأرضِ. الضوءُ المرئيُّ موجةٌ كهرومغنطيسيَّةٌ تستطيعُ العينُ أن تراها.

رابطُ علمِ الفلكِ

سرعةُ الضوءِ

تجتازُ الموجاتُ الضوئيَّةُ المنبعثةُ من نجومٍ ومجرّاتٍ مسافاتٍ كبيرةً جدًّا، فيُفضَّلُ التعبيرُ عنها بوحدةِ السنةِ الضوئيَّةِ. السنةُ الضوئيَّةُ هي المسافةُ التي يقطعُها الضوءُ في الفراغِ في سنةٍ واحدةٍ. بعضُ الموجاتِ الضوئيَّةِ المنبعثةِ من تلك النجوم اجتازَتْ ملياراتِ السنواتِ الضوئيَّةِ قبل أن تبلغ الأرضَ. احسُبْ ما يلي إذا كانَتْ سرعةُ الضوءِ في الفراغِ 300 000 000 m/s، فما مقدارُ الدقيقةِ الضوئيَّةِ؟ (ملاحظة: الدقيقةُ تساوي ٦٠ ثانيةً.)

تحقَّقْ

فيمَ تختلفُ الموجاتُ الكهرومغنطيسيَّةُ عن الموجاتِ الميكانيكيَّةِ؟

الموجاتُ المُستعرِضة : الموجاتُ التي تهتزُّ فيها جُسيماتُ الوسطِ في اتِّجاهٍ متعامدٍ مع اتِّجاه حركةِ الموجات.

أنواعُ الموجاتِ

الموجاتُ جميعُها تنقلُ طاقةً عبرَ اهتزازاتٍ متكرِّرةٍ. لكنَّ الموجاتِ قد تتباينُ بطرقٍ عدَّةٍ. يُمكنُ تصنيفُ الموجاتِ بالاستنادِ إلى المقارنةِ بين اتِّجاهِ اهتزازِ جسيماتِ الوسطِ واتِّجاهِ حركةِ الموجاتِ. فالنوعانِ الرئيسانِ من الموجاتِ، بناءً على ذلك، هما **الموجاتُ المُستعرِضَةُ والموجاتُ الطوليَّةُ**.

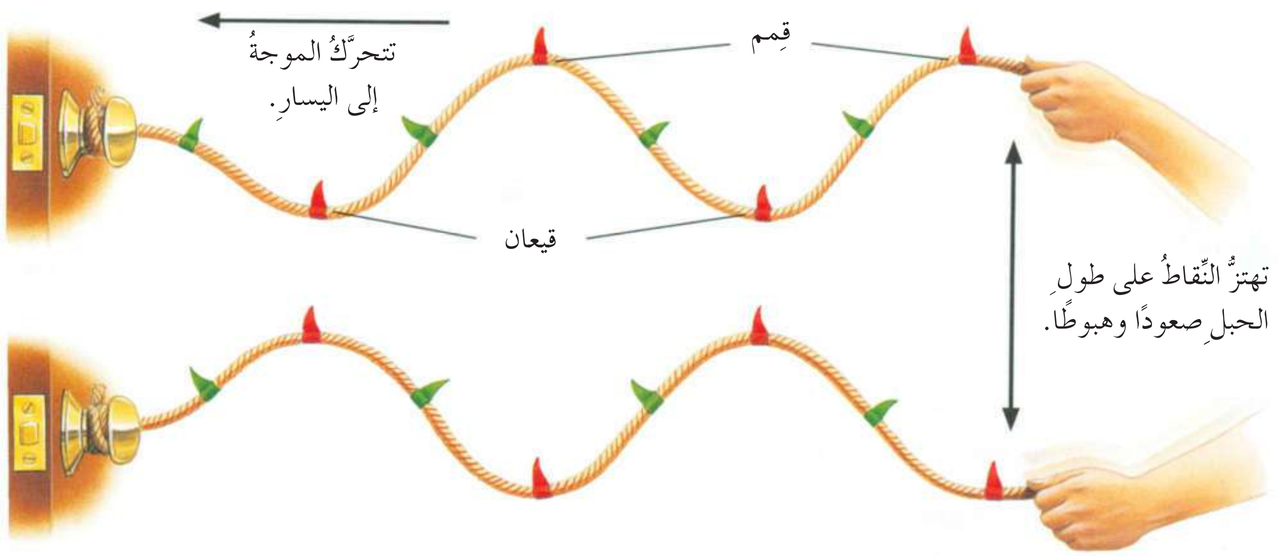
الموجاتُ المُستعرِضةُ

الموجاتُ التي تهتزُّ فيها جُسيماتُ الوسطِ في اتِّجاهٍ متعامدٍ مع اتِّجاهِ حركةِ الموجةِ تسمّى **الموجاتِ المُستعرِضَةَ Transverse wave**. وكلمةُ متعامدٍ تفيدُ أنَّ الاتِّجاهَ يشكِّلُ مع الآخرِ زاويةً قائمةً.

الموجةُ المتحرِّكةُ على حبلٍ هي مثالٌ على الموجةِ المُستعرضةِ. يبيِّنُ **الشكلُ ٤** أنَّ النقاطَ الممتدَّةَ على طولِ الحبلِ تهتزُّ في اتِّجاهٍ متعامدٍ مع اتِّجاهِ حركةِ الموجةِ. وأعلى نقطةٍ في الموجةِ المُستعرِضةِ تُسمّى **القِمَّةَ**. وأدنى نقطةٍ في الموجةِ المُستعرِضةِ تُسمّى **القاعَ**. وعلى الرغمِ من أنَّ الموجاتِ الكهرومغنطيسيَّةَ لا تَنتقِلُ عبرَ اهتزازِ جُسيماتِ الوسطِ، فإنَّها تصنَّفُ موجاتٍ مُستعرِضةً. والسببُ هو أنَّ الموجاتِ تنشأُ من اهتزازاتٍ متعامدةٍ مع اتِّجاهِ حركةِ الموجاتِ.

الشكلُ ٤ حركةُ موجةٍ مُستعرضةٍ

الموجةُ في الحبلِ موجةٌ مُستعرِضةٌ، لأنَّ جسيماتِ الوسطِ تهتزُّ في اتِّجاهٍ متعامدٍ مع اتِّجاهِ حركةِ الموجةِ.



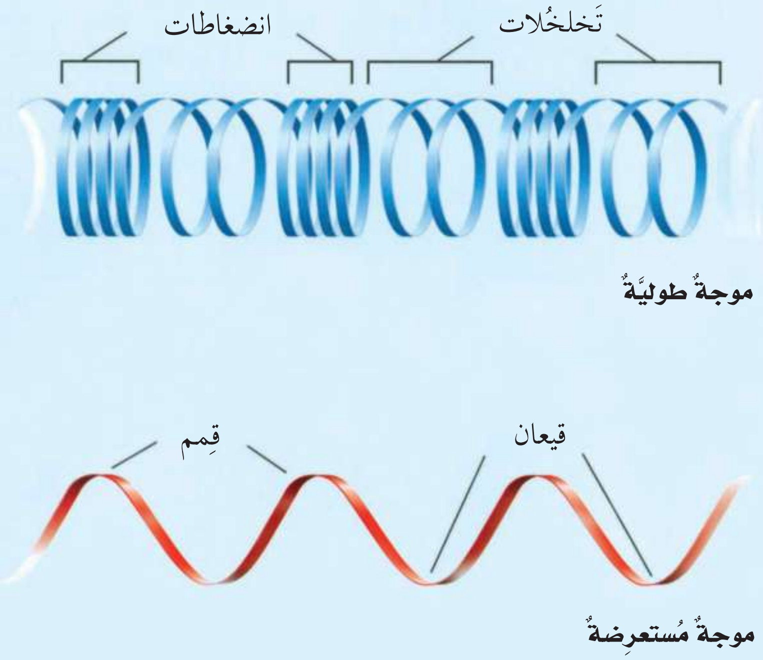
الموجاتُ الطوليَّةُ: موجاتٌ تهتزُّ فيها جُسيماتُ الوسطِ في اتِّجاهٍ موازٍ لاتِّجاهِ حركةِ الموجاتِ.

الموجاتُ الطوليَّةُ

في **الموجاتِ الطوليَّة** Longitudinal waves، تهتزُّ جسيماتُ الوسطِ في اتِّجاهٍ يوازي اتِّجاهِ حركةِ الموجاتِ. يُمكنُكَ أن تُحدِثَ موجةً طوليَّةً في زنبركٍ. حين تدفعُ طرفَ الزنبركِ تتقاربُ حلقاتُهُ، والمنطقةُ من الزنبركِ التي تتقاربُ فيها الحلقاتُ تُسمّى **الانضغاطَ**. وحينَ تشدُّ طرفَ الزنبركِ إلى الوراءِ تتباعدُ حلقاتُ الزنبركِ. والمنطقةُ من الزنبركِ التي تتباعدُ فيها الحلقاتُ تُسمّى **التَّخلخلَ**. الانضغاطاتُ والتخلخُلاتُ تشبهُ القيعانَ والقممَ في الموجةِ المستعرضةِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٥**.

الشكلُ ٥ مُقارنةُ الموجاتِ المُستعرِضةِ بالموجاتِ الطوليَّةِ

يولِّدُ دفعُ زنبركٍ إلى الأمامِ والخلفِ موجةً طوليَّةً، بينما يولِّدُ تحريكُ طرفِ حبلٍ صعودًا وهبوطًا موجةً مُستعرِضةً.

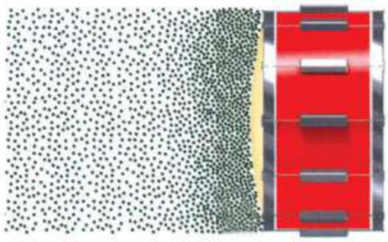


الموجاتُ الصوتيَّةُ

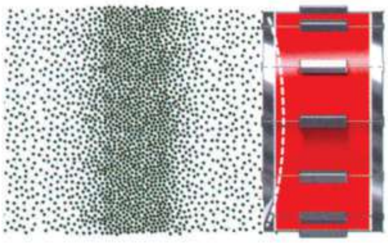
تشكِّلُ الموجةُ الصوتيَّةُ مثالاً على الموجةِ الطوليَّةِ. تنتقلُ الموجاتُ الصوتيَّةُ عبرَ الهواءِ على شكلِ انضغاطاتٍ وتخلخُلاتٍ لجُسيماتِ الهواءِ. يبيِّنُ **الشكلُ ٦** كيف يُحدِثُ غشاءُ طبلةٍ يهتزُّ انضغاطاتٍ وتخلخُلاتٍ في الهواءِ المحيطِ به.

تحقَّقْ

ما نوعُ الموجةِ الصوتيَّةِ؟



بعدَ أن يُنقَرُ غشاءُ الطبلةِ ويتحرَّكُ إلى الخارجِ، يُحدِثُ انضغاطًا في جُسيماتِ الهواءِ.



حين يرتدُّ غشاءُ الطبلةِ إلى الداخلِ، يحدثُ تخلخُلاً في جسيماتِ الهواءِ.

الشكلُ ٦ تنتقلُ الطاقةُ الصوتيَّةُ بعيدًا عن الطَّبلَةِ عبرَ موجاتٍ طوليَّةٍ في الهواءِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- الموجةُ اضطرابٌ ينقلُ طاقةً.
- لا تنتقلُ جسيماتُ الوسطِ مع الموجةِ.
- تحتاجُ الموجاتُ الميكانيكيَّةُ إلى وسطٍ، تنتقلُ خلالَه. لكنَّ الموجاتِ الكهرومغنطيسيَّةَ ليسَت في حاجةٍ إلى وسطٍ.
- تهتزُّ جسيماتُ الوسطِ في الموجةِ المُستعرضةِ في اتِّجاهٍ متعامدٍ مع اتِّجاهِ حركةِ الموجةِ.
- تهتزُّ جسيماتُ الوسطِ في الموجةِ الطوليَّةِ في اتِّجاهٍ موازٍ لاتِّجاهِ حركةِ الموجةِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

أكملْ كلاًّ منَ الجُملِ التاليةِ باختيارِ المُفردةِ الصحيحةِ.

الموجاتُ المستعرضةُ	**موجة**
الموجاتُ الطوليَّةُ	**وسط**

١. في ــــــــ تهتزُّ جسيماتُ الوسطِ في اتِّجاهٍ موازٍ لاتِّجاهِ حركةِ الموجةِ.

٢. تحتاجُ الموجاتُ الميكانيكيَّةُ إلى ــــــــ كي تنتقلَ عبرَه.

٣. كلُّ ــــــــ تنقلُ طاقةً من خلالِ الاهتزازاتِ.

٤. في ــــــــ تهتزُّ جسيماتُ الوسطِ في اتِّجاهٍ متعامدٍ مع اتِّجاهِ حركةِ الموجةِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٥. تنقلُ الموجاتُ:
أ. المادَّةَ.
ب. الطاقةَ.
ج. الجُسيماتِ.
د. الوسطَ.

٦. اذكرْ نوعًا من الموجاتِ لا يحتاجُ إلى وسطٍ تنتقلُ خلالَه.

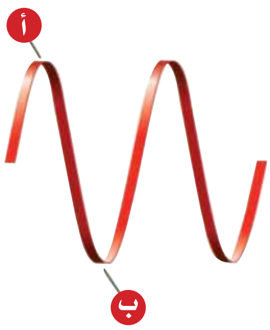
تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: يشكِّلُ مشاهدو مُبارياتِ كُرةِ القدمِ، أحيانًا، «موجةً». هل هذا مثالٌ حقيقيٌّ على الموجةِ؟ علِّلْ إجابتَكَ.

٨. **استدلال**: لماذا ترى انفجاراتُ النجومِ المتوهِّجةِ من الأرضِ ولا تُسمعُ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٩. انظرِ الشكلَ المبيَّنَ أدناه. أيُّ جزءٍ من الموجةِ هو القِمَّةُ؟ أيُّ جُزءٍ من الموجةِ هو القاعُ؟



خصائصُ الموجاتِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يُحدّدُ أربعَ خصائصَ للموجاتِ ويصفُها.
- يوضّحُ كيف يرتبطُ الترددُ والطولُ الموجيُّ بسرعةِ الموجة.

المُفرداتُ والمفاهيم

السعة	الترددُ
الطولُ الموجيُّ	سرعةُ الموجة

استراتيجيّةُ القراءةِ

مُساعِداتُ التذكُّر: خلالَ قراءتِك لهذا القسم، ابتكرْ مُساعدًا للذاكرةِ لتتذكّرَ مُعادَلةَ الموجةِ.

أنتَ في حوضٍ للسباحةِ، تطفو على فراشٍ منفوخٍ بالهواءِ، وتستمتعُ بالنسيمِ العليلِ، وإذ يقفزُ زميلٌ لكَ من مكانٍ عالٍ ليغوصَ قريبًا منكَ في الماءِ. فجأةً يبدأُ فراشُكَ بالتأرجحِ على الموجاتِ التي تولّدَتْ عندَ نقطةِ الارتطامِ.

يولِّدُ النسيمُ على سطحِ الماءِ موجاتٍ تختلفُ عن الموجاتِ التي ولّدَها زميلُكَ الذي غطسَ. الموجاتُ التي يولِّدُها النسيمُ قليلةُ الارتفاعِ ومُتقاربةٌ، في حين أن الموجاتِ التي ولّدَها ارتطامُ زميلِكَ بالماءِ عاليةٌ ومُتباعدةٌ. أبعادُ ارتفاعِ قممِ الموجاتِ والمسافاتُ التي تفصِلُ بين القممِ، هي من خصائصِ الموجاتِ التي تَستنِدُ إليها في مُقارنةِ الموجاتِ ووصفِها.

السَّعةُ

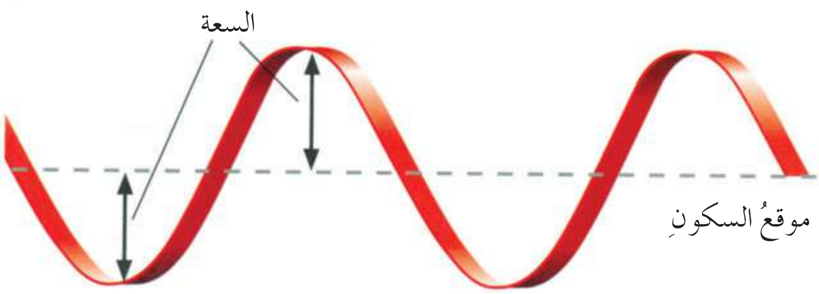
إذا ربَطْتَ طرفَ حبلٍ بكُرسيٍّ يُمكنُكَ أن تولِّدَ موجاتٍ متى حرَّكْتَ الطرفَ الآخرَ للحبلِ صعودًا وهبوطًا. فإذا هزَزْتَ طرفَ الحبلِ هزًّا مداهُ قصيرٌ، تتولّدُ موجةٌ قليلةُ الارتفاعِ. وإذا هززْتَه هزًّا مداهُ كبيرٌ، تولّدُ موجةٌ كبيرةُ الارتفاعِ.

يرتبطُ مقدارُ **سَعَةِ** Amplitude الموجةِ بارتفاعِها. سعةُ الموجةِ هي أقصى مسافةٍ تقطعُها جُسيماتُ الوسطِ التي تهتزُّ في ابتعادِها عن موقعِ سكونِها. وموقعُ السكونِ هو المكانُ الذي تستقِرُّ فيه جُسيماتُ الوسطِ حين يخلو من الاضطراباتِ. كلّما كانتِ السَّعةُ أكبرَ تكونُ الموجةُ أعلى. يبيِّنُ **الشكلُ ١** كيف يُمكِنُ قياسُ سعةِ موجةٍ مُستعرضةٍ.

السَّعة: أقصى مسافة تقطعُها جُسيماتُ الوسطِ التي تهتزُّ في ابتعادِها عن موقعِ سكونِها.

السعةُ الأكبرُ تعني طاقةً أكبرَ

حينَ تستخدمُ حبلاً لإحداثِ موجاتٍ سعتُها كبيرةٌ، يلزمُكَ أن تبذلَ شغلاً أكبرَ ممّا لو أردْتَ موجةً سعتُها صغيرةً. والسببُ هو الحاجةُ إلى طاقةٍ أكبرَ لتحريكِ طرفِ الحبلِ بعيدًا عن موقعِ سكونِه. هكذا تحملُ الموجةُ ذاتُ السعةِ الكبيرةِ طاقةً أكبرَ ممّا تحملُه الموجةُ ذاتُ السعةِ الصغيرةِ.



الشكلُ ١ لقياسِ سَعةِ موجةٍ مستعرضةٍ، تُقاسُ المسافةُ بينَ موقعِ السكونِ وموقعِ القمَّةِ، أو بينَهُ وبين القاعِ.

الطولُ الموجيُّ

للموجاتِ خاصيَّةٌ أُخرى هي **الطولُ الموجيُّ** Wavelength. الطولُ الموجيُّ هو المسافةُ بينَ قِمَّتَيْنِ متتاليتَيْنِ من الموجةِ المستعرضةِ، أي بينَ انضغاطَيْنِ متتاليَيْنِ من الموجةِ الطوليَّةِ، أو المسافةُ بينَ قاعَيْنِ متتاليَيْنِ من الموجةِ المستعرضةِ، أي تخلخلَين متتاليَين من الموجةِ المستعرضةِ. لكنَّ الطريقةَ العلميَّةَ لإيجادِ الطولِ الموجيِّ تكونُ بقياسِ المسافةِ بين أيِّ نقطةٍ من الموجةِ والنقطةِ المماثلةِ لها من الموجةِ التاليةِ. يُقاسُ الطولُ الموجيُّ لكلٍّ من الموجةِ المُستعرضةِ والموجةِ الطوليَّةِ بالطريقةِ نفسِها، كما هو مبيَّنٌ في **الشكل ٢**.

الطولُ الموجيُّ: المسافةُ بين أيِّ نقطةٍ من موجةٍ والنقطةِ المماثلةِ لها من الموجةِ التاليةِ.

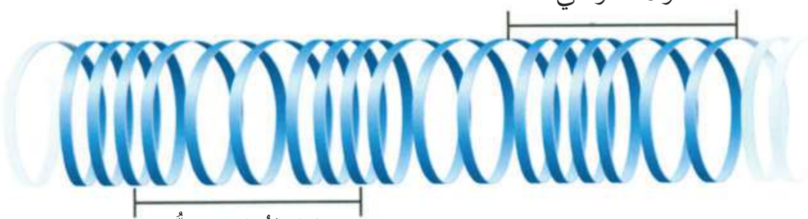
تحقّقْ

ما أثرُ هزِّ طرفِ حبلٍ بسرعاتٍ مختلفةٍ في الطولِ الموجيِّ للموجةِ التي تنتقلُ عبرَ الحبلِ؟

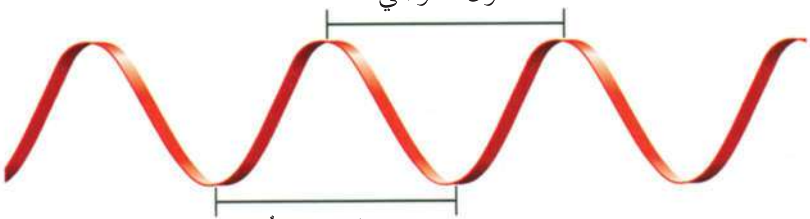
الشكل ٢ قياسُ الطولِ الموجيِّ

يمكنُ قياسُ الطولِ الموجيِّ بقياسِ المسافةِ بينَ أيِّ نقطتَين متماثلتَيْن ومتتاليتَيْن من الموجةِ.

موجةٌ طوليَّةٌ



موجةٌ مستعرضةٌ



مختبرٌ سريعٌ

موجاتُ الزُّنبركِ

١. أمسِكْ أنتَ وزميلٌ لك بطرفَيْ **ملفٍّ زنبركيٍّ لعبةٍ** موضوعٍ على الأرض بشكلٍ مستقيمٍ. فهذا هو موقعُ السكونِ.

٢. حرِّكْ طرفَ الزنبركِ إلى الأمامِ وإلى الوراءِ بسرعةٍ ثابتةٍ. لاحظِ الطولَ الموجيَّ للموجةِ التي تُحدثُها.

٣. زِدْ سَعَةَ الموجاتِ. ماذا كان عليكَ أن تفعلَ؟ ما أثرُ تغيُّرِ السَّعةِ في الطولِ الموجيِّ؟

٤. هُزَّ الآنَ الزُّنبركَ إلى الأمامِ وإلى الوراءِ أسرعَ مرَّتَين تقريبًا مما سبقَ، أي زِدِ التردُّدَ إلى الضعفَيْنِ. ماذا يحدثُ للطولِ الموجيِّ؟ سجِّلْ ملاحظاتِكَ.

الترددُ

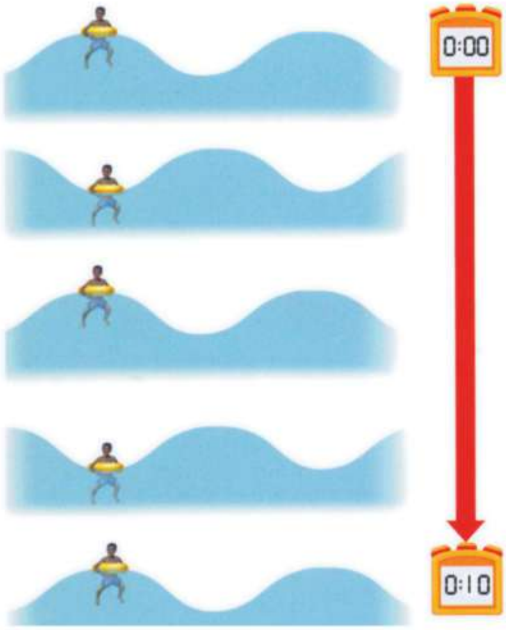
فكِّرْ في إحداثِ موجاتٍ على الحبلِ من جديدٍ. يرجعُ عددُ الموجاتِ، التي تستطيعُ إحداثَها في ثانيةٍ واحدةٍ، إلى السرعةِ التي تحرِّكُ بها الحبلَ. فإذا حرَّكتَ الحبلَ ببطءٍ تُحدِثُ عددًا قليلاً من الموجاتِ في كلِّ ثانيةٍ. لكنْ إذا حرَّكتَ الحبلَ بسرعةٍ فإنَّكَ تُحدثُ عددًا كبيرًا من الموجاتِ في الثانيةِ. **الترددُ Frequency** كخاصيَّةٍ للموجةِ، هو عددُ الموجاتِ التي تحدثُ في وحدةٍ من الزمنِ. يُعبَّرُ عادةً عن الترددِ بوحدةِ الهيرتز، ويُرمزُ إليها بالرمزِ Hz. يساوي الهيرتزُ في قياسِ الموجاتِ موجةً واحدةً في كلِّ ثانيةٍ (1 Hz = 1/s). يبيِّنُ **الشكلُ ٣** موجةً ذاتَ ترددٍ مقدارُه 0.2 Hz.

سرعةُ الموجةِ

سرعةُ الموجةِ Wave speed هي المسافةُ التي تقطعُها الموجةُ في ثانيةٍ واحدةٍ. ويُرمزُ إليها بالرمزِ v. وتُحسبُ باستخدامِ الطولِ الموجيِّ الذي يرمزُ إليه بالرمزِ λ الحرفُ اليونانيُّ لامْدا، وبالترددِ الذي يُرمزُ إليه بالرمزِ f وفقًا لهذه المعادلةِ:

$$v = \lambda \times f$$

سرعةُ الموجةِ = الترددُ × الطولُ الموجيُّ



الشكلُ ٣ يمكنُ قياسُ الترددِ بإيجادِ عددِ الموجاتِ التي تمرُّ من منطقةٍ محدَّدةٍ خلالَ وحدةِ الزمنِ. في الحالةِ المصوَّرةِ هنا تجاوزتْ موجتانِ السبّاحَ خلالَ ١٠ ثوانٍ، فيكونُ الترددُ: 2/10 s = 0.2 Hz.

تحقَّقْ

إذا أحدثْتَ على حبلٍ ثلاثَ موجاتٍ في كلِّ ثانيةٍ، فكم يكونُ مقدارُ ترددِ الموجةِ؟

وقفةٌ مع الرياضيّاتِ

حساباتٌ حولَ الموجاتِ

ما مقدارُ سرعةِ موجةٍ طولُها الموجيُّ 5m وترددُها 4Hz؟

١. اكتبْ معادلةَ سرعةِ الموجةِ.

$v = \lambda \times f$

٢. عوِّضْ λ و f بقيمتيْهما المُعطاتَينِ في المسألةِ، ثم احسُبْ.

$v = 5\ m \times 4\ Hz = 20\ m/s$

طبِّقْ

١. ما مقدارُ ترددِ موجةٍ سرعتُها 12 cm/s وطولُها الموجيُّ 3 cm؟

٢. موجةٌ تتحرَّكُ بسرعةِ 18 m/s وترددُها 5 Hz. ما طولُها الموجيُّ؟

العلاقةُ بين الترددِ والطولِ الموجيِّ

تترابطُ سُرعةُ الموجةِ والطولُ الموجيُّ والترددُ، في مُعادلةِ الموجةِ. إذا عرفْتَ أيَّ خاصِّيَّتَيْن من الخصائصِ الثلاثِ يُمكنُك إيجادُ الخاصِّيَّةِ الثالثةِ باستخدامِ معادلةِ الموجةِ.

من الأشياءِ التي تُبيِّنُها لنا مُعادلةُ الموجةِ العلاقةُ بينَ الترددِ وطولِ الموجةِ. فإذا كانتْ موجةٌ تنتقلُ بسرعةٍ ثابتةٍ، وتضاعفَ ترددُها، فإنَّ طولَها الموجيَّ ينقُصُ إلى نصفِ ما كانَ عليه من قبلُ. وإذا نَقصَ ترددُها إلى النصفِ، فإنَّ طولَها الموجيَّ يُصبحُ ضِعفَ ما كانَ عليه من قبلُ. تستطيعُ القولَ إن الترددَ والطولَ الموجيَّ متناسبان **عكسيًا**. فكِّرْ في موجةٍ صوتيَّةٍ تنتقلُ تحتَ الماءِ بسُرعةِ 1 440 m/s ومصدرُها سونارٌ على متنِ غوّاصةٍ كهذهِ الظاهرةِ في **الشكل ٤**. إذا كانَ ترددُ الموجةِ الصوتيَّةِ 36 kHz يكونُ طولُها الموجيُّ 0.04 m. إذا تضاعفَ ترددُ الموجةِ الصوتيَّةِ يُصبحُ طولُها الموجيُّ 0.02m، أي نصفَ ما كانَ عليه من قبلُ.

لا تتأثَّرُ سُرعةُ الموجةِ في وسطٍ معيَّنٍ بالطولِ الموجيِّ للموجةِ. وهكذا فإنَّ حاصِلَ ضربِ الترددِ في الطولِ الموجيِّ، هو نفسُه إذا لم تتغيَّرْ أيٌّ من خصائصِ الوسطِ.



الشكلُ ٤ تستخدمُ الغوّاصةُ سونار، موجاتٍ صوتيَّةً في الماءِ، لتحديدِ مواقعَ الأجسامِ تحتَ الماءِ.

الترددُ: عددُ الموجاتِ التي تحدثُ خلالَ وحدةِ زمنٍ.

سُرعةُ الموجةِ: المسافةُ التي تقطعُها الموجةُ الصوتيَّةُ خلالَ وحدةِ زمنٍ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- السَّعةُ أقصى مسافةٍ تقطعُها جُسيماتُ الوسطِ التي تهتزُّ في ابتعادِها عن موقعِ سكونِها.
- الطولُ الموجيُّ هو المسافةُ بين نقطةٍ على الموجةِ ونقطةٍ تماثلُها على الموجةِ التاليةِ.
- الترددُ هو عددُ الموجاتِ التي تمرُّ في نقطةٍ مُعيَّنةٍ خلالَ وحدةِ زمنٍ.
- يُمكنُ حسابُ سرعةِ الموجةِ بضربِ طولِها الموجيِّ في ترددِها.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. عرِّفْ بأسلوبِكَ المُفرداتِ التاليةَ: السعةَ، الترددَ، الطولَ الموجيَّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. ارسُمْ موجةً مُستعرضةً، موضحًا عليها المسافةَ التي تمثِّلُ السعةَ والمسافةَ التي تمثِّلُ طولَ الموجةِ.

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٣. ما سُرعةُ موجةٍ (v) ذاتِ طولٍ موجيٍّ (λ) 2 m، وترددٍ (f) 6 Hz؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٤. **استدلال:** موجةٌ سرعتُها مُنخفضةٌ لكنَّ ترددَها مرتفعٌ. ماذا يفيدُكَ ذلكَ عن الطولِ الموجيِّ لهذه الموجةِ؟

٥. **تحليلُ التعليماتِ:** ناداك، في الوقتِ نفسِهِ، زميلانِ يقفانِ على مسافةٍ واحدةٍ منك، وكانَ ترددُ صوتِ زميلِكَ الأوَّلِ ضعفَ ترددِ صوتِ زميلِكَ الثاني، فأيَّ صوتٍ تسمعُ أوَّلاً؟

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

وضِّحِ الفرقَ في المعنى بين مفردتَيْ كلِّ زوجٍ:

١. **الموجاتِ الطوليّةِ والموجاتِ المُستعرِضةِ.**

٢. **الطولِ الموجيِّ والسعةِ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٣. ماذا يحصلُ للتردُّدِ حين يزدادُ الطولُ الموجيُّ وتبقى السرعةُ ثابتةً؟

أ. ينقص.
ب. يزداد.
ج. يبقى هو نفسَه.
د. يزدادُ ثم ينقصُ.

٤. تنقلُ الموجاتُ:

أ. مادَّة.
ب. طاقة.
ج. جُسيمات.
د. ماء.

٥. خاصِّيَّةُ الموجةِ المرتبطةُ بارتفاعِها، هي:

أ. الطولُ الموجيُّ.
ب. سرعةُ الموجةِ.
ج. التردُّد.
د. السَّعة.

٦. الموجاتُ التي لا تحتاجُ إلى وسطٍ كي تنتقلَ خلالَه هي:

أ. موجاتٌ طوليَّةٌ.
ب. موجاتٌ كهرومغنطيسيَّةٌ.
ج. موجاتٌ ميكانيكيَّةٌ.
د. موجاتٌ ذاتُ سَعَةٍ كبيرةٍ.

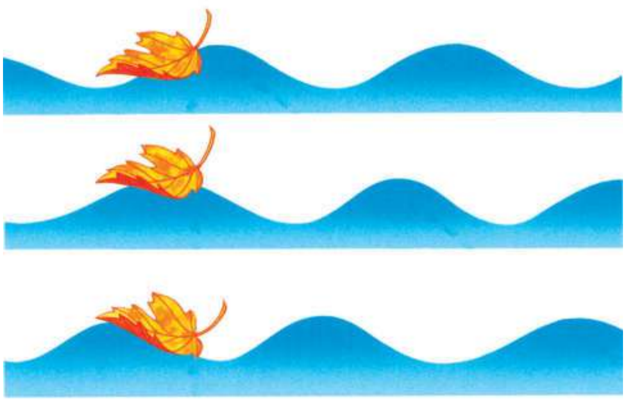
إجابةٌ قصيرةٌ

٧. ارسُمْ موجةً طوليَّةً وموجةً مُستعرِضةً. عنونْ قمَّةً وقاعًا وانضغاطًا وتخلخلاً، والطولَ الموجيّ. عنونْ أيضًا السعةَ على الموجةِ المُستعرِضةِ.

٨. ما العلاقةُ الرياضيةُ بين التردُّدِ وسرعةِ الموجةِ والطولِ الموجيِّ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٩. لاحظَ صيّادُ سمكٍ، وهو يصطادُ على متنِ زورقٍ، أنّ قمَّةَ موجةٍ تجتازُ خيطَ صنّارةِ الصيدِ كل 5 s. وقدَّرَ أنَّ المسافةَ بينَ قمَّتَين متتاليتَيْن تبلغُ 1.5m، وأنَّ ارتفاعَ قممِ الموجاتِ عن قيعانِها 0.5m. استخدمْ هذه البياناتِ لتجدَ سعةَ الموجاتِ وسرعتِها.



تفكيرٌ ناقدٌ

١٠. **خريطةُ المفاهيمِ:** وظِّفِ المفاهيمَ التاليةَ لتكوِّنَ خريطةَ مفاهيمَ: **الموجةَ**، **الموجةَ المُستعرِضةَ**، **الموجةَ الطوليّةَ**، **الطولَ الموجيَّ**، **سرعةَ الموجةِ**، **الترددَ**، **السَّعةَ**.

١١. **تحليلُ الأفكارِ:** استأجرْتَ زورقًا، ورحْتَ تضربُ الماءَ بالمجدافَيْن. في لحظةٍ أوقعْتَ المجدافَيْنِ وزورقُكَ في منتصفِ الحوضِ، وأنتَ تريدُ العودةَ بالزورقِ إلى الرصيفِ. لكنَّكَ لا تريدُ أن تسبحَ وتُبلِّلَ ثيابَكَ. اقترحَ عليكَ صديقُكَ أن ترميَ حصًى خلفَ الزورقِ، فتحدِثَ أمواجًا تدفعُهُ نحوَ الرصيفِ. فهل ترى هذا الحلَّ ناجحًا؟ علِّلْ إجابتَكَ.

١٢. **تطبيقُ المفاهيمِ:** تتحرَّكُ عبرَ الماءِ موجةٌ صوتيَّةٌ، لها طولٌ موجيٌّ وتردُّدٌ وسرعةٌ، وكلُّها محدَّدةٌ. ثم تتحرَّكُ عبرَ الماءِ نفسِه موجةٌ صوتيَّةٌ ثانيةٌ ذاتُ تردُّدٍ يساوي ضعفَ تردُّدِ الموجةِ الصوتيَّةِ الأولى. ما الطولُ الموجيُّ للموجةِ الثانيةِ، وما تردُّدُها بالمُقارنةِ مع مثيلَيْهما عند الموجةِ الأولى؟

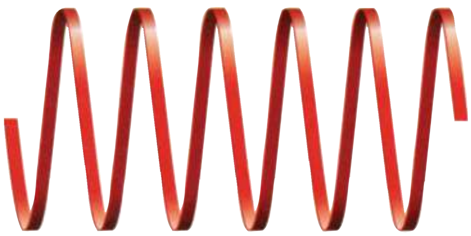
تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

١٣. انظرْ إلى الموجاتِ أدناه. أيُّ موجتَيْنِ لهما التردُّدُ نفسُه؟

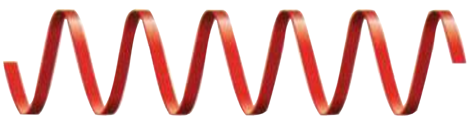
أ



ب

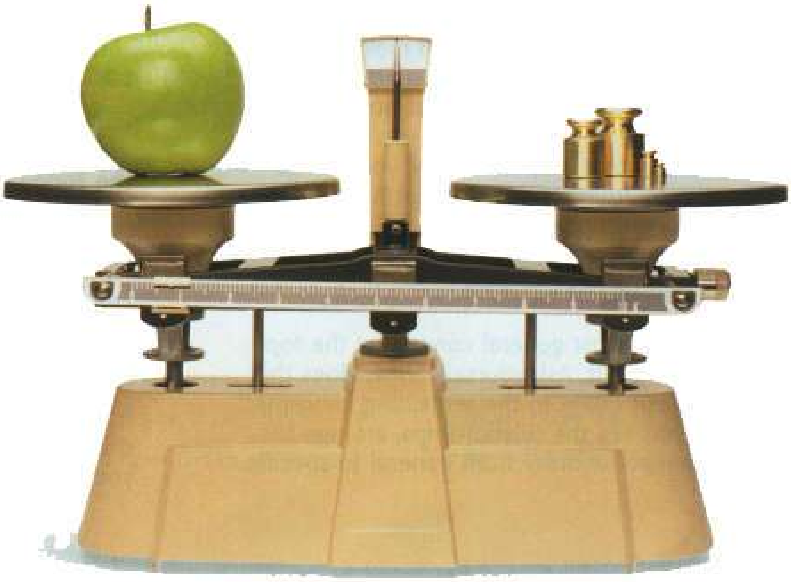


ج



المحتويات





مهاراتُ الدراسةِ

تعليماتٌ حولَ ملفِّ الملاحظاتِ



هل حاولتَ أن تحضِّرَ لاختبارٍ أو لامتحانٍ سريعٍ ولم تكنْ تعرفُ من أين تبدأ؟ أو هل قرأْتَ درسًا ووجدْتَ أنّكَ لا تتذكَّرُ سوى بعضِ الأفكارِ؟ حسنًا، ملفُّ الملاحظاتِ وسيلةٌ مسلّيةٌ ومثيرةٌ تساعدُك على تعلُّمِ وتذكُّرِ الأفكارِ التي تواجهُها وأنتَ تتعلَّمُ العلومَ!

ملفاتُ الملاحظاتِ أدواتٌ يمكنُك استخدامُها في تنظيمِ المفاهيمِ. بالتركيزِ على بعضِ المفاهيمِ الأساسيَّةِ، يمكنُ لملفِّ الملاحظاتِ أن يعلِّمَكَ وَيذكِّركَ كيف ترتبطُ المفاهيمُ معًا. يساعدُك ملفُّ الملاحظاتِ على رؤيةِ «الصورةِ الكبيرةِ». سوف تجدُ أدناه تعليماتٍ لكيفيَّةِ القيامِ بإعدادِ 10 ملفّاتِ ملاحظاتٍ مختلفةٍ.

هرم

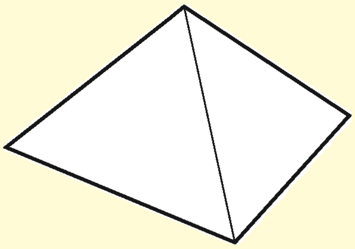
١ ضعْ أمامَك ورقةً بيضاءَ. قمْ بطيِّ الزاويةِ اليُسرى من الورقةِ قطريًّا نحوَ الطرفِ المُقابلِ للورقةِ.

٢ قصَّ الطرفَ الأعلى الزائدَ نتيجةَ الطيِّ.

٣ افتحِ الورقةَ. سوف تحصلُ على مربَّعٍ. قمْ بطيِّ الزاويةِ اليمنى أيضًا قطريًّا نحو الطرفِ المُقابلِ، لتحصلَ على شكلٍ مُثلَّثٍ.

٤ افتحِ الورقةَ. سوف تكوَّنُ علامتا الطيِّ الشكلَ x.

٥ قصَّ بواسطةِ مقصٍّ، وفقَ إحدى علامتي الطيِّ. ابتدئْ من أيِّ زاويةٍ، وتوقَّفْ في مركزِ الورقةِ مُشكّلاً طرفَيْنِ. استخدمْ شريطًا لاصقًا، أو لاصقًا سائلاً، لتثبيتِ طرفٍ على طرفٍ آخرَ.



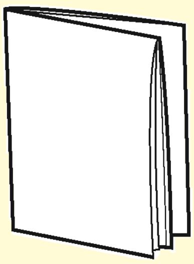
كُتيِّب

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًّا.

٢ قمْ بطيِّ الطيَّةِ عرضيًّا.

٣ قُصَّ بواسطةِ مقصٍّ وفقَ علامتَي الطيِّ اللتيْنِ حَصلْتَ عليهِما في الخطوةِ رقمِ 1. لا تقصَّ كاملَ الخطِّ.

٤ لقدْ حصلْتَ على كتيّبٍ من أربعِ أوراقٍ.

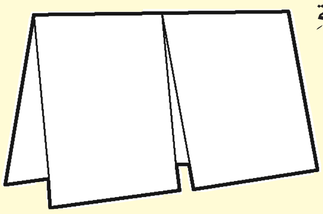


جدولٌ ثنائيُّ اللوحاتِ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًا.

٢ قمْ بطيِّ الورقةِ طوليًا. ثمَّ افتحِ الورقةَ بحيث ترى المقطعَيْن.

٣ قُصَّ بواسطةِ مقصٍّ من أعلى علامةِ الطيِّ الرأسيَّةِ حتى تصلَ إلى علامةِ الطيِّ المركزيَّةِ. حصلْتَ الآنَ على طرفَيْن متدلّيَيْن.



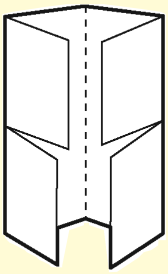
رباعيُّ الطيّاتِ

١ قمْ بطيِّ الورقةِ من منتصفِها عرضيًا. ثم افتح الورقةَ.

٢ قمْ بطيِّ كلٍّ من الجزءَيْن عرضيًا، حتى علامةِ الطيِّ المركزيَّةِ.

٣ قمْ بطيِّ الورقةِ من منتصفِها طوليًا. ثم افتحِ الورقةَ.

٤ قُصَّ بواسطةِ مقصٍّ، علامةَ الطيِّ التي تشكَّلَتْ في الخطوة 3، لكي تشكِّلَ 4 ألسنٍ.

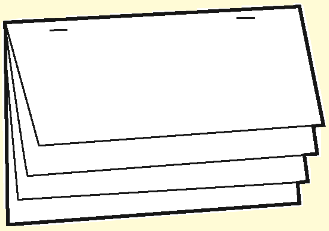


كتابٌ من طبقاتٍ

١ ضعْ ورقةً فوقَ ورقةٍ أخرى. أزحِ الورقةَ العليا بحيث يظهرُ حوالي 2 سم من أسفلِ الورقةِ الخلفيَّةِ.

٢ أمسكْ بالورقتيْن معًا، قمْ بطيِّهما عرضيًا بحيث تشاهدُ أربعَ حواشٍ بعرضِ 2 سم من كلِّ ورقةٍ.

٣ اكبسْ أعلى الملفِّ بواسطةِ دبّاسةٍ.

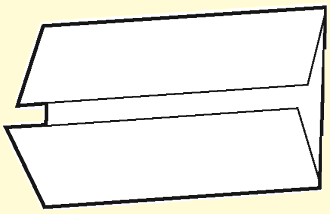




مصراعا بابٍ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًا، ثم افتحِ الورقةَ.

٢ قمْ أيضًا بطيِّ الجزءَيْنِ العلويِّ والسفليِّ من الورقةِ حتى علامةِ الطيِّ عندَ منتصفِ الورقةِ، للحصولِ على مصراعَيْن.

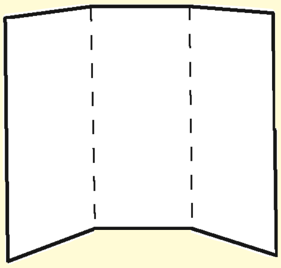


ثلاثيُّ الطيّاتِ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ بشكلٍ ثلاثيٍّ عرضيًّا.

٢ افتحِ الورقةَ بحيثُ تشاهدُ ثلاثةَ أقسامٍ.

٣ ضعْ خطًّا فوقَ علاماتِ الطيِّ بواسطةِ قلمٍ. عنونِ الأعمدةَ بـ «أعرف»، «أريدُ أن أعرف»، «تعلَّمت».

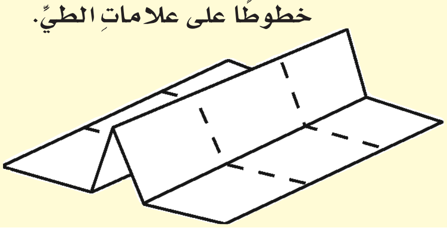


الجدولُ المطويُّ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًّا، ثم قمْ بطيِّ كلِّ نصفٍ حتى علامةِ الطيِّ المركزيَّةِ.

٢ قمْ بطيِّ الورقةِ طوليًّا إلى ثلاثِ طيّاتٍ.

٣ افتحِ الورقةَ بشكلٍ كاملٍ. استخدمْ قلمًا لترسُمَ بتأنٍّ خطوطًا على علاماتِ الطيِّ.

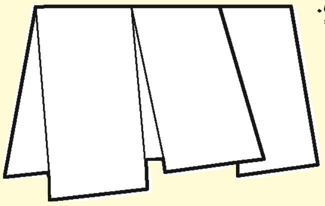


جدولٌ ثلاثي اللوحاتِ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ في وسطِها عرضيًّا.

٢ قمْ بطيِّ الورقةِ بشكلٍ ثلاثيٍّ من جهةٍ إلى جهةٍ. ثمَّ افتحِ الورقةَ، بحيثُ تستطيعُ رؤيةَ المقاطعِ الثلاثةِ.

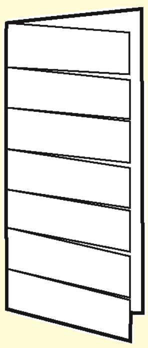
٣ قصَّ الورقةَ عند خطَّيِ الطيِّ اللذَيْنِ أحدثْتَهما في الخطوة 2، إلى خطِّ الطيِّ الوسطيِّ. سوفَ تحصلُ على ثلاثِ لوحاتٍ.



بطاقةُ مفرداتٍ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ مُخطَّطةٍ بمربّعاتٍ من منتصفِها، طوليًّا.

٢ قُصَّ بواسطةِ مقصٍّ كلَّ ثلاثةِ أسطرٍ، من الطرفِ الأيمنِ للورقةِ حتى علامةِ الطيِّ المركزيَّةِ، لتشكيلِ ألْسُنٍ.





تعليماتٌ حولَ المنظِّمِ البيانيِّ

المنظم البياني

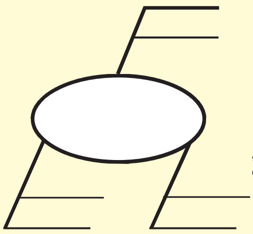
هل تمنَّيتَ يومًا أن «تستخرجَ» المفاهيمَ المتعدِّدةَ التي تعلَّمْتَها في صفِّ العلومِ؟ إذا رأيْتَ كيفَ تترابطُ المفاهيمُ، فقد يساعدُكَ ذلكَ على تذكُّرِ ما تعلَّمتَه. تقومُ المنظماتُ البيانيَّةُ بذلك تحديدًا. إنّها تعطيكَ طريقةً لاستخراجِ المفاهيمِ أو تنظيمِها. كلُّ ما يلزمُكَ لإنجازِ منظِّمٍ بيانيٍّ هو ورقةٌ وقلمٌ. سوف تجدُ أدناهُ تعليماتٍ لأربعةِ منظِّماتٍ بيانيَّةٍ مختلفةٍ معدَّةٍ لتساعدَكَ على تنظيمِ المفاهيمِ التي تعلَّمْتَها في هذا الكتابِ.

خريطةٌ متشعِّبةٌ

١ انسخِ المُخطَّطَ المقابلَ. اكتبْ، داخلَ الدائرةِ، الموضوعَ الرئيسَ.

٢ انطلاقًا من الدائرةِ، ارسمْ أذرعًا تمثّلُ مختلفَ فئاتِ الموضوعِ الرئيسِ. يمكنُكَ أنْ تطرحَ قدرَ ما تريدُ من عددِ الفئاتِ.

٣ انطلاقًا من أذرعِ الفئاتِ، ارسمْ خطوطًا أفقيَّةً. خلالَ دراستِكَ للفصلِ، اكتبِ التفاصيلَ عن كُلِّ فئةٍ على الخطوطِ الأفقيَّةِ.

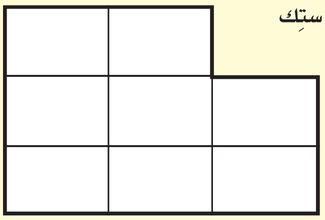


جدولُ مقارنةٍ

١ انسخِ الجدولَ المقابلَ. يمكنُ لجدولِكَ أنْ يحتويَ على صفوفٍ وأعمدةٍ قدرَ ما تريدُ.

٢ اكتبْ في الصفِّ الأعلى المواضيعَ التي تريدُ أنْ تقارنَها.

٣ اكتبْ في العمودِ الأيمنِ الخصائصَ المُميِّزةَ للموضوعاتِ التي تودُّ أنْ تقارنَها. خلالَ دراستِكَ للفصلِ، ضعِ الخصائصَ المُميِّزةَ لكلِّ موضوعٍ في المُربَّعاتِ المُخصَّصةِ.

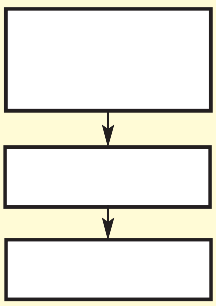


خريطةُ أحداثٍ متسلسلةٍ

١ ارسمْ مستطيلاً. اكتبْ في المستطيلِ، الخطْوةَ الأولى في عمليَّةٍ ما، أو الحدثَ الأوَّلَ في خطٍّ زمنيٍّ ما.

٢ ارسمْ تحتَ المستطيلِ، مستطيلاً آخرَ واستخدمْ سهمًا للتوصيلِ بينَ المستطيلَيْنِ. اكتبْ في المستطيلِ الثاني الخطوةَ التاليةَ من العمليَّةِ أو الحدثَ التاليَ من الخطِّ الزمنيِّ.

٣ استمرَّ في إضافةِ المستطيلاتِ حتى انتهاءِ العمليَّةِ، أو الخطِّ الزمنيِّ.

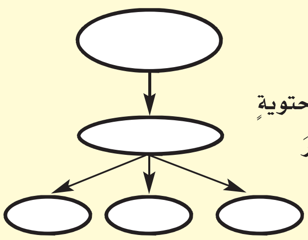


خريطةُ مفاهيمَ

١ ارسمْ دائرةً في وسطِ الورقةِ. اكتبْ في وسطِ الدائرةِ الفكرةَ الرئيسةَ للفصلِ.

٢ انطلاقًا من الدائرةِ، ارسمْ دوائرَ أخرى. اكتبْ في الدوائرِ ميزاتِ الفكرةِ الرئيسةِ. ارسمْ أسهمًا من الدائرةِ المركزيَّةِ باتِّجاهِ الدوائرِ التي تحتوي على الميزاتِ.

٣ انطلاقًا من كُلِّ دائرةٍ محتويةٍ على ميزةٍ ما، ارسمْ دوائرَ أخرى. اكتبْ في الدوائرِ الأخيرةِ تفاصيلَ نوعيَّةً عن الميزاتِ. ارسمْ أسهمًا من كُلِّ دائرةٍ محتويةٍ على ميزةٍ باتِّجاهِ الدوائرِ المحتويةِ على التفاصيلِ النوعيَّةِ. بإمكانِكَ رسمُ عددٍ من الدوائرِ بقدرِ ما تريدُ.



إنجازُ الرسومِ البيانيَّةِ

الرسومُ البيانيَّةُ الدائريَّةُ

يُبيِّنُ الرسمُ البيانيُّ الدائريُّ كيفَ ترتبطُ كلُّ مجموعةٍ من البياناتِ بكاملِ البياناتِ. يمثِّلُ كلُّ قسمٍ من الدائرةِ فئةً من البياناتِ. ويمثِّلُ كاملُ الدائرةِ مُجملَ البياناتِ. مثلاً، عددَ المدارسِ الموجودةِ ضمنَ تربيةِ الشقلاوة للسنةِ الدراسيَّةِ ٢٠٠٧-٢٠٠٨. يبيِّنُ الجدولُ البيانيُّ المقابلُ عددَ المدارسِ لكلِّ مرحلةٍ من المراحلِ الدراسيَّةِ.

عددُ مدارسِ تربيةِ الشقلاوة للسنةِ الدراسيَّةِ ٢٠٠٧-٢٠٠٨

المرحلة	العدد
الروضة	١٠
الابتدائيَّة	١٩١
المتوسِّطة	١٨
الثانويَّة	٢٦
الإعداديَّة	٧
المجموع	**٢٥٢**

١ إذا أردتَ أن تُنجزَ رسمًا بيانيًا دائريًا لهذهِ البياناتِ يجبُ في البدايةِ حسابُ النسبةِ المئويَّةِ لعددِ المدارسِ. لأجلِ ذلكَ، اقسمْ عددَ المدارسِ لكلِّ المرحلةِ على عددِ الكلّي للمدارسِ. ثمَّ اضربِ الناتجَ بمئةٍ.

الروضة = $\frac{١٠}{٢٥٢} \times ١٠٠ = ٤٪$

الابتدائيَّة = $\frac{١٩١}{٢٥٢} \times ١٠٠ = ٧٥,٨٪$

المتوسِّط = $\frac{١٨}{٢٥٢} \times ١٠٠ = ٧٪$

الثانويَّة = $\frac{٢٦}{٢٥٢} \times ١٠٠ = ١٠,٣٪$

الإعداديَّة = $\frac{٧}{٢٥٢} \times ١٠٠ = ٢,٩٪$

٢ احسُبِ الآنَ قياسَ زوايا قطاعاتِ الخريطةِ الدائريَّةِ بأنْ تضربَ كلَّ نسبةٍ مئويَّةٍ بـ ٣٦٠°.

٤٪ × ٣٦٠° = ١٤° تقريبًا

٧٥,٨٪ × ٣٦٠° = ٢٧٣° تقريبًا

٧٪ × ٣٦٠° = ٢٥° تقريبًا

١٠,٣٪ × ٣٦٠° = ٣٧° تقريبًا

٢,٩٪ × ٣٦٠° = ١١° تقريبًا

٣ تأكَّدِ الآنَ من أنَّ مجموعَ النسبِ المئويَّةِ هو ١٠٠، وأن مجموعَ الدرجاتِ هو ٣٦٠°.

٤٪ + ٧٥,٨٪ + ٧٪ + ١٠,٣٪ + ٢,٩٪ = ١٠٠ تقريبًا

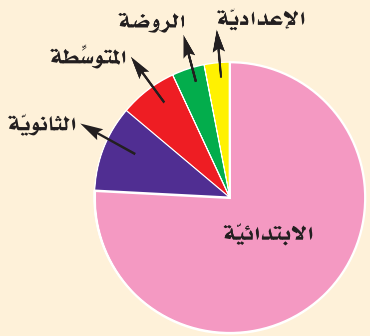
١٤° + ٢٧٣° + ٢٥° + ٣٧° + ١١° = ٣٦٠°.

٤ استخدمِ الفرجارَ لرسمِ دائرةٍ، وعلِّمْ مركزَها.

٥ استخدمِ المنقلةَ لرسمِ الزوايا:
١٤°، ٢٧٣°، ٢٥°، ٣٧°، ١١°.

٦ في النهايةِ، ضعِ اسمًا لكلِّ قطاعٍ من الرسمِ البيانيِّ، واخترِ العُنوانَ المُناسبَ.

النسبةُ المئويَّةُ لعددِ مدارسِ تربيةِ الشقلاوة للسنةِ الدراسيَّةِ ٢٠٠٧-٢٠٠٨



الرسومُ البيانيَّةُ الخطّيَّةُ

غالبًا ما تُستخدمُ الرسومُ البيانيَّةُ الخطّيَّةُ لإظهارِ التغيُّراتِ المُتواصلة. قاسَ طلابُ الصفِّ التاسعِ قابليَّةَ ذوبانِ الملحِ في الماءِ، عندَ درجاتِ حرارةٍ مختلفةٍ للمحلول، فتوصَّلوا إلى البياناتِ الواردةِ في الجدولِ المُقابل.

بما أن درجةَ الحرارةِ تتغيَّر، وكذلكَ قابليَّةُ الذوبان، فقدِ اتُّخذا **كمتغيِّرَيْن**. حيثُ ترتبطُ قابليَّةُ الذوبانِ بدرجةِ الحرارة. لذلكَ يُطلقُ على قابليَّةِ الذوبانِ اسمُ **المُتغيِّرِ التابعِ**، وعلى درجةِ الحرارةِ اسمُ **المتغيِّرِ المستقلِّ**. كما أنَّ كلَّ مجموعةٍ منَ البياناتِ هي **زوجُ بياناتٍ**. لتحضيرِ الرسمِ البيانيِّ الخطّيِّ، يجبُ في البدايةِ تنظيمُ أزواجِ البياناتِ في جدْولٍ مُشابهٍ للجدْولِ المُقابل. هناك متغيِّراتٌ أخرى يتمُّ ضبطُها في هذا النوعِ من الاستقصاءِ من مثل حجمِ المذيبِ ونوعِه.

قابليَّةُ ذوبانِ الملحِ في الماءِ بحسبِ درجةِ حرارةِ المحلول

درجةُ الحرارةِ (˚C)	الذوبانيَّةُ (g/100 mL)
0	80
20	107
40	133
60	170
80	200
100	223

كيفَ تُنشئُ رسمًا بيانيًّا

١ ضعِ المُتغيِّرَ المُستقلَّ على محْورِ X وضعِ المتغيّرَ التابعَ على محورِ Y .

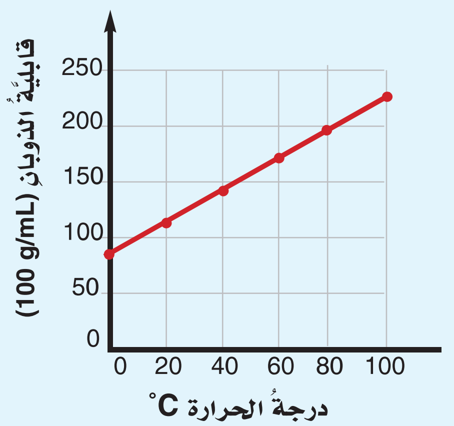
٢ ضعْ لمحْورِ X العنوانَ «درجةُ الحرارة»، لا تنسَ الوحدةَ (˚C). ثم ضعْ لمحْورِ Y العنوانَ «الذوبانيَّة»، مُضيفًا الوحدةَ (100 g/mL). ضعْ مقياسًا معيَّنًا لمحْورِ Y بحيثُ يؤمِّنُ حيِّزًا كافيًا لهذهِ القيَم. عليكَ استخدامَ المقياسِ نفسِهِ لكاملِ المحْورِ. جِدْ أيضًا مقياسًا مُلائمًا لمحْورِ X.

٣ اخترْ نقاطًا معقولةً يبدأُ بها كلُّ محْورٍ.

٤ ضعْ أزواجَ البياناتِ بدقَّةٍ في مواقعِها.

٥ اخترْ عنوانًا يمثِّلُ البياناتِ.

تغيُّرُ قابليَّةِ ذوبانِ الملحِ في الماءِ مع تغيُّرِ درجةِ الحرارةِ



كيفَ يُحدَّدُ المَيلُ

١ المَيلُ هو حاصلُ قسمةِ التغيُّرِ في محورِ Y على التغيُّرِ في محورِ X.

٢ اخترْ نقطتَيْنِ منَ الخطِّ البيانيِّ. كأنْ تأخذَ قابليَّةَ الذوبانِ عندَ درجةِ الحرارةِ ˚C 40، مثلًا، وهي 133 g/ l00 mL. هكذا يمكنُكَ تعريفُ النقطةِ «أ» بـ (40، 133). وعندَ درجةِ الحرارةِ ˚C 100، تكونُ قابليَّةُ الذوبانِ 223 g/100 mL. بذلكَ تُعرِّفُ النقطةُ «ب» بـ (100، 223).

٣ جِدِ التغيُّرَ في محورِ Y:

(y النقطةِ «ب») - (y النقطةِ «أ»)

223-133 = 90 g/ 100 mL

٤ جِدِ التغيُّرَ في محورِ X:

(X النقطةِ «ب») - (X النقطةِ «أ»)

100 – 40 = 60˚C

٥ احسبْ مَيلَ الخطِّ البيانيِّ بقسمةِ التغيُّرِ في Y على التغيُّرِ في x:

$$\text{الميل} = \frac{\text{التغيُّر في y}}{\text{التغيُّر في x}} = \frac{90\ g / 100\ mL}{60°\ C}$$

المَيل = 1.5 g/100 mL لكلِّ درجةٍ سيلزيّةٍ

في هذا المثالِ تزدادُ قابليَّةُ الذوبانِ بمقدارٍ ثابتٍ كلَّ مرَّةٍ ترتفعُ فيها درجةُ الحرارةِ درجةً سيلزيَّةً واحدةً. لذا يكونُ الرسمُ البيانيُّ خطًّا مستقيمًا. فنقولُ إنَّ العلاقةَ بينَ المُتغيِّرَيْنِ **خطّيَّةٌ**. لكنْ عندمَا يكونُ الرسمُ البيانيُّ لمجموعةِ بياناتٍ ليسَ خطًّا مُستقيمًا، فنقولُ إنَّ العلاقةَ **غيرُ خطّيَّةٍ**.

الأعمدةُ البيانيَّةُ

تُستخدمُ الأعمدةُ البيانيَّةُ لإظهارِ التغيُّراتِ غيرِ المُتواصلةِ. يمكنُ استخدامُ هذهِ الرسومِ البيانيَّةِ للدلالةِ على توجُّهاتٍ مُعيَّنةٍ، عندمَا تؤخذُ البياناتُ على مدى فترةٍ زمنيَّةٍ طويلةٍ نسبيًّا.

يُبيِّنُ الجدولُ المقابلُ نصيبَ الفردِ (بآلافِ الدولارات) من إجماليِّ الناتجِ المحلّيِّ.

نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلّيِّ في الأعوامِ من 1990 إلى 2000

العامُ	نصيبُ الفرد (بآلافِ الدولارات)	العامُ	نصيبُ الفرد (بآلافِ الدولارات)
1990	18,3	1996	19,4
1991	17,7	1997	18,7
1992	17,4	1998	17,1
1993	16,9	1999	18,7
1994	16,3	2000	21,3
1995	17,8		

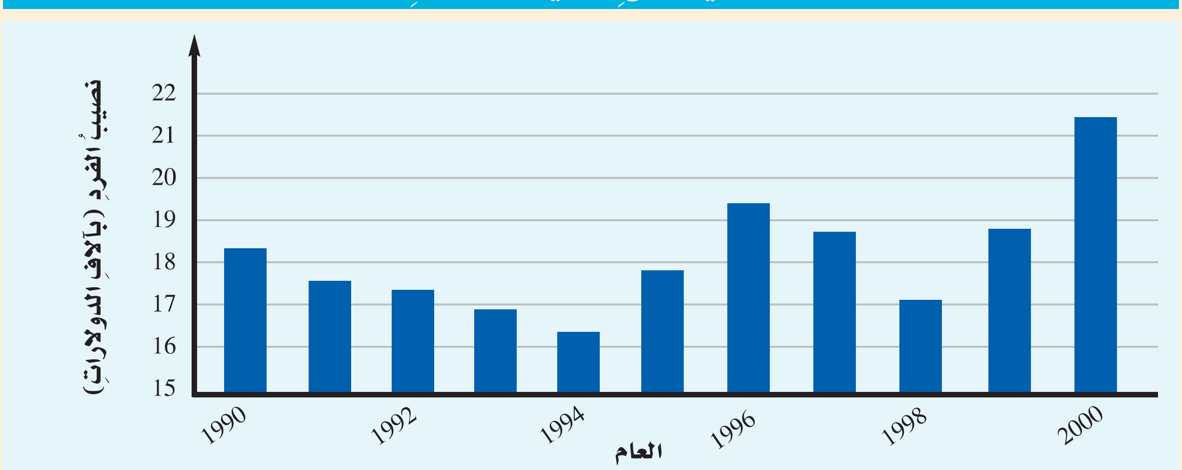
كيف نُنجزُ الأعمدةَ البيانيَّةَ

١ استخدمْ مقياسًا مُلائمًا ونقطةَ بدايةٍ ممكنةً لكلِّ محوَرٍ.

٢ عنونِ المحاورَ، وارسمِ البياناتِ.

٣ اخترْ عنوانًا يمثِّلُ البياناتِ بدقَّةٍ.

نصيبُ الفردِ من إجماليِّ الناتجِ المحلّيِّ في الأعوامِ من 1990 إلى 2000



وحداتُ القياس

الأعدادُ كقياسات

يُجري العلماءُ التجاربَ لاختبارِ الفرضيّاتِ العلميَّةِ. وخلالَ تجاربِهم، يتوصَّلونَ إلى أعدادٍ، باستخدامِ القياس.

تختلفُ تلكَ الأعدادُ عن الأعدادِ التي نتعاملُ بها في الرياضيّاتِ. فالرقمُ 8 يمكنُ استخدامُهُ بمفردِهِ في مُعادلةٍ رياضيَّةٍ، ولا يعدو كونَهُ رقمًا. لكنَّهُ في القياساتِ العلميَّةِ قد يكونُ قياسًا لطولٍ أو لكتلةٍ أو لزمنٍ، أو لأيّ شيءٍ آخر. وإذا كانَ الرقمُ قياسًا للطولِ، فإنَ الوحدةَ المُستخدَمةَ في القياسِ قد تكونُ المترَ أو الكيلومترَ أو السنتيمترَ. لابُدَّ إذن أن يُمثِّلَ كلُّ عددٍ نحصلُ عليه بواسطةِ القياسِ كمّيَّةً معيَّنةً، وأن تكونَ له وحدةُ قياسٍ مُحدَّدةٌ.

النظامُ الدوليُّ للوحداتِ SI

عُقِدَ سنةَ 1960 مؤتمرٌ علميٌّ عامٌّ للأوزانِ والمقاييس، توافقَ فيه العُلماءُ على اعتمادِ نظامٍ موحَّدٍ للقياس سُمِّيَ النظامَ الدوليَّ للوحداتِ، اختصارُهُ SI. باستخدامِ هذا النظامِ الدوليِّ للوحداتِ، أصبحَ بمقدورِ العُلماءِ أن يتواصلوا فيما بينَهم بسهولةٍ. يوضحُ الجدْولُ التالي بعضَ الكمِّيّاتِ الفيزيائيَّةِ ووحدةَ قياسِ كلٍّ منها، في النظامِ الدوليِّ للوحدات (SI).

الجدول 1: بعضُ الكمِّيّاتِ الفيزيائيَّةِ ووحدةُ قياسِ كلٍّ منها في النظامِ الدوليِّ للوحدات.

الجدول 1 النظامُ الدوليُّ للوحداتِ SI

الكمِّيّة	رمزُ الكمِّيّة	اسمُ الوحدة	رمزُ الوحدة
الطول	L	المتر	m
الكُتلة	M	الكيلوجرام	kg
الزمن	T	الثانية	s
شدَّةُ التيّارِ الكهربائي	I	الأمبير	A
المِساحة	A	المترُ المُربَّع	m^2
الحجم	V	المترُ المُكعَّب	m^3
الكثافة	D	(الكيلو جرامُ بالمترِ المُكعَّب)	kg/m^3
القُوَّة	F	النيوتن	N
الطاقة	E	الجول	J
القُدرة	P	الواط	W

الجدولُ 2 بادئاتُ النظامِ الدوليّ

البادئة	الرمز	القيمة	مثال
ميغا mega	M	1 000 000	ميغاهرتز واحد 1×10^6 Hz = (1 MHz)
كيلو kilo	k	1 000	كيلوجرام واحد 1×10^3 g = (1 kg)
هيكتو hecto	h	100	هيكتولتر واحد 1×10^2 L = (1 hL)
ديكا deka	da	10	ديكامتر واحد 10 m = (1 dam)
		1	متر واحد 1 m =
ديسّي deci	d	0.1	ديسيلتر واحد 0.1 L = (1 dL)
سنتي centi	c	0.01	سنتيمتر واحد 0.01 m = (1 cm)
ملّي milli	m	0.001	ملّيلتر واحد 0.001 L = (1 mL)
ميكرو micro	μ	0.000 001	ميكرومتر واحد 0.000 001 m = (1 μm)
نانو nano	n	0.000 000 001	نانومتر واحد 10^{-9} m = (1 nm)

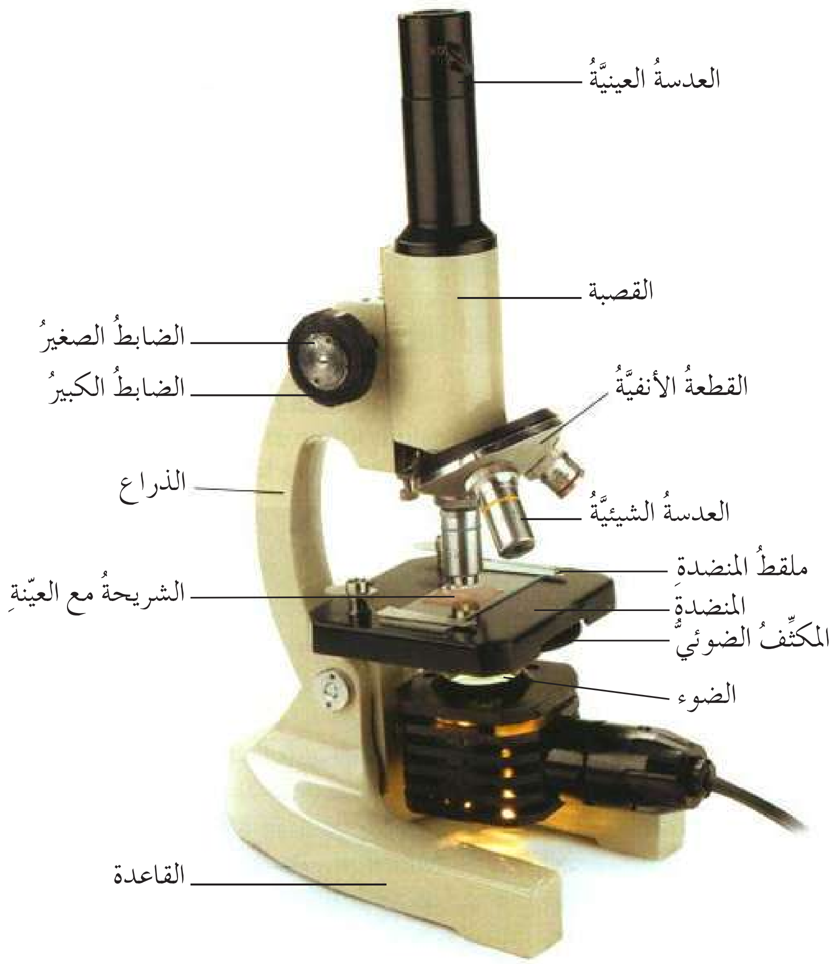
الجدولُ 3 بعضُ تحويلاتِ وحداتِ الكمِّيّاتِ الفيزيائيّة

الطول	المساحة
الكيلومتر (km) = 1000 m	الكيلومتر المربّع (Km^2) = 100 ha
المتر (m) = 100 cm	الهكتار (ha) = 10 000 m^2
السنتيمتر (cm) = 0.01 m	المتر المربّع (m^2) = 10 000 cm^2
المِلّيمتر (mm) = 0.001 m	المِلّيمتر المربع (mm^2) = 0.01 cm^2
الميكرومتر (μm) = 0.000 001 m	السنتيمتر المربّع (cm^2) = 0.0001 m^2
النانومتر (nm) = 0.000 000 001 m	السنتيمتر المربّع (cm^2) = 100 mm^2
الحجم	**الكتلة**
المتر المُكعَّب (m^3) = 1 000 L = 1000 000 cm^3	الكيلوجرام (kg) = 1 000 g
الديسّيمتر المُكعَّب (dm^3) = 1L =1 000 cm^3	الجرام (g) = 1 000 mg
اللتر (L) = 1 000 mL = 1 dm^3	المِلّيجرام (mg) = 0.001 g
المِلّيلتر (mL) = 0.001 L = 1 cm^3	الميكروجرام (μg) = 0.000 001 g

استخدامُ المجهرِ

أجزاءُ المجهرِ الضوئيِّ المركَّبِ

- **العدسةُ العينيَّةُ:** تكبِّرُ الصورةَ 10 أضعافٍ (10×)
- **العدسةُ الشيئيَّةُ الصغرى:** تكبِّرُ الصورةَ 10 أضعافٍ (10×).
- **العدسةُ الشيئيَّةُ الكبرى:** تكبِّرُ الصورةَ إمّا x40 وإما x 43.
- **القطعةُ الأنفيَّةُ:** يحملُ العدساتِ الشيئيَّةَ. ويمكنُ أن يُدارَ للتغييرِ من تكبيرٍ معيَّنٍ إلى آخرَ.
- **القصبة:** يحافظُ على المسافةِ الصحيحةِ بينَ العدسةِ العينيَّةِ والعدسةِ الشيئيَّة.
- **الضابطُ الكبيرُ:** يحرِّكُ الأنبوبَ الأساسيَّ إلى الأعلى والأسفلِ للسماحِ بتركيزِ الصورةِ.
- **الضابطُ الصغيرُ:** يحرِّكُ الأنبوبَ الأساسيَّ قليلاً، لجعلِ الصورةِ أكثرَ تركيزًا.
- **المنضدة:** تستخدمُ لوضعِ الشريحةِ.
- **ملاقطُ المنضدةِ:** تثبِّتُ الشريحةَ في مكانِها، بهدفِ المشاهدة.
- **المكثف الضوئي:** يضبطُ كمّيَّةَ الضوءِ التي تدخلُ عبرَ المنضدةِ.
- مصدر الضوء يزوِّدُ **الضوء** لرؤيةِ الشريحةِ.
- **الذراع:** يدعمُ الأنبوبَ الأساسيَّ.
- **القاعدة:** تدعمُ المجهرَ.



الاستخدامُ الصحيحُ للمجهرِ الضوئيِّ المركَّبِ

١ احمل المجهرَ إلى منضدةِ مختبرك، بيدَيْك الاثنتيْن. ضع يدًا تحتَ القاعدةِ، واستعمل اليدَ الأخرى لحمل ذراعِ المجهرِ. احمل المجهرَ قريبًا من جسمكَ لنقلِه إلى منضدةِ مختبرك.

٢ ضع المجهرَ على منضدةِ المختبرِ على بُعد 5 cm من حافةِ المنضدةِ على الأقلّ.

٣ دقِّقْ لترى نوعَ مصدرِ الضوءِ المستعملِ لمجهرك. إذا كانَ للمجهرِ مصباحٌ وصِّلْه بالكهرباءِ، مع التأكُّدِ من أنَّ السلكَ غيرُ معرقلٍ. إذا كانَ للمجهرِ مرآةٌ عدِّلْها لعكسِ الضوءِ عبرَ فتحةِ المنضدةِ.

تحذير: إذا كانَ لمجهرك مرآةٌ، لا تستعملْ ضوءَ الشمسِ المباشرِ كمصدرٍ للضوءِ. ضوءُ الشمسِ المباشرُ يمكنُ أن يؤذيَ عينَيْك.

٤ ابدأ العملَ دائمًا بالعدسةِ الشيئيَّةِ الصغرى، وهي مستقيمةٌ مع الأنبوبِ الأساسيِّ. عدِّلِ القطعةَ الأنفيَّةَ.

٥ ضعْ شريحةً جاهزةً فوقَ فتحةٍ في المنضدةِ. ثبِّتْ الشريحةَ بملاقطِ المنضدةِ.

٦ انظرْ من خلالِ العدسةِ العينيَّةِ. حرِّكِ المكثِّفَ الضوئيَّ لتعديلِ كمِّيَّةِ الضوءِ التي تدخلُ من المنضدةِ.

٧ انظرْ إلى المنضدةِ من مستوى العينِ. دوِّرِ الضابطَ الكبيرَ ببطءٍ لتنزيلِ العدسةِ الشيئيَّةِ حتى تكادَ تلمسُ الشريحةَ. لا تدعِ العدسةَ تلمسُ الشريحةَ.

٨ انظرْ خلالَ العدسةِ العينيَّةِ. أدرِ الضابطَ الكبيرَ لرفعِ العدسةِ الشيئيَّةِ الصغرى حتى تصبحَ الصورةُ مركَّزةً. ركِّزْ دائمًا برفعِ العدسةِ بعيدًا عن الشريحةِ. لا تركِّزْ نزولاً بتاتًا. استخدمِ الضابطَ الصغيرَ لزيادةِ التركيزِ. أبقِ كلتا العينيْنِ مفتوحتيْنِ أثناءَ النظرِ إلى الشريحةِ.

٩ تأكَّد من أنَّ الصورةَ بالضبطِ في وسطِ مجالِ الرؤيةِ. ثمَّ انتقلْ إلى العدسةِ الشيئيَّةِ ذاتِ القوَّةِ الكبرى. ركِّزِ الصورةَ، مستخدِمًا الضابطَ الصغيرَ فقطْ. لا تستخدمِ الضابطَ الكبيرَ بتاتًا في القوَّةِ العاليةِ.

١٠ عندَما تنتهي من استخدامِ المجهرِ، أزلِ الشريحةَ. نظِّفِ العدسةَ العينيَّةَ والعدساتِ الشيئيَّةَ بورقِ تنظيفِ عدساتٍ. أرجعِ المجهرَ إلى منطقةِ خزنه. تذكَّرْ أن تستخدمَ يدَيك الاثنتيْنِ لحملِ المجهرِ.

كيفَ تصنعُ شريحةً رطبةً

١ استخدمْ ورقةَ تنظيفِ عدساتٍ لتنظيفِ شريحةٍ زجاجيَّةٍ وغطاءِ الشريحةِ.

٢ ضعِ العيِّنةَ التي تريدُ مشاهدتَها في مركزِ الشريحةِ.

٣ استخدمْ قطّارةَ دواءٍ لوضعِ نقطةٍ واحدةٍ من الماءِ على العيِّنةِ.

٤ أمسكْ بغطاءِ الشريحةِ على حافةِ الماءِ، وبزاويةِ °٤٥ نحو الشريحةِ. تأكّد أنَّ الماءَ يلامسُ كلَّ حافةِ غطاءِ الشريحةِ.

٥ أنزلْ غطاءَ الشريحةِ ببطءٍ لتجنُّبِ حصرِ فقّاقيعِ الهواءِ.

٦ قد يتبخَّرُ ماءٌ من الشريحةِ أثناءَ عملِك. أضفْ ماءً أكثرَ لإبقاءِ العيِّنةِ رطبةً. ضعْ رأسَ القطّارةِ إلى جانبِ حافةِ غطاءِ الشريحةِ . أضفْ قطرةَ ماءٍ. (يمكنُك استخدامُ هذه الطريقةِ أيضًا لإضافةِ الصبغاتِ أو المحاليلِ إلى شريحةٍ رطبةٍ). أزلِ الماءَ الفائضَ من الشريحةِ باستخدامِ زاويةِ منديلٍ ورقيٍّ كنشافةٍ. لا ترفعْ غطاءَ الشريحةِ لإضافةِ الماءِ أو إزالتِه.

الجدولُ الدوريُّ للعناصرِ

يتضمَّنُ كلُّ مربَّعٍ من الجدْولِ اسمَ العُنصرِ، ورمزَهُ الكيميائيَّ، وعددَهُ الذرّيَّ، وكُتلَتَهُ الذرّيَّةَ.

يذكِّرُكَ هذا الخطُّ المتعرِّجُ أينَ تقعُ الفلزّاتُ، واللافلزّاتُ، وأشباهُ الفلزّاتِ.

المجموعة 10	المجموعة 11	المجموعة 12	المجموعة 13	المجموعة 14	المجموعة 15	المجموعة 16	المجموعة 17	المجموعة 18
								2 He هيليوم 4.0
			5 B بورون 10.8	6 C كربون 12.0	7 N نيتروجين 14.0	8 O أكسجين 16.0	9 F فلور 19.0	10 Ne نيون 20.2
			13 Al ألمنيوم 27.0	14 Si سيليكون 28.1	15 P فوسفور 31.0	16 S كبريت 32.1	17 Cl كلور 35.5	18 Ar آرجون 39.9
28 Ni نيكل 58.7	29 Cu نحاس 63.5	30 Zn خارصين 65.4	31 Ga جاليوم 69.7	32 Ge جرمانيوم 72.6	33 As زرنيخ 74.9	34 Se سيلينيوم 79.0	35 Br بروم 79.9	36 Kr كريبتون 83.8
46 Pd بلاّديوم 106.4	47 Ag فضة 107.9	48 Cd كادميوم 112.4	49 In إنديوم 114.8	50 Sn قصدير 118.7	51 Sb أنتيمون 121.8	52 Te تيلّيريوم 127.6	53 I يود 126.9	54 Xe زينون 131.3
78 Pt بلاتين 195.1	79 Au ذهب 197.0	80 Hg زئبق 200.6	81 Tl ثاليوم 204.4	82 Pb رصاص 207.0	83 Bi بزموث (209.0)	84 Po بولونيوم (209.0)	85 At استاتين (210.0)	86 Rn رادون (222.0)
110 Ds (281)	111 Uuu (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)			

أُعلنَ عن اكتشافِ العناصرِ 113، 114، 115 لكن لم يؤكَّدْ ذلك بعدُ.

أسماءُ العناصرِ ورموزُها المُكوَّنةُ من ثلاثةِ أحرفٍ، موؤقَّتةٌ. فهي تعتمدُ على العددِ الذرّيِّ لتَلك العناصرِ. إذ لا بُدَّ أن تُوافقَ على الاسمِ والرمزِ الرسميَّيْنِ لهذهِ العناصرِ جمعيةٌ دوليَّةٌ من العُلماءِ.

63 Eu يوروبيوم 152.0	64 Gd جادولينيوم 157.2	65 Tb تريبيوم 158.9	66 Dy ديسبروسيوم 162.5	67 Ho هولميوم 164.9	68 Er ايربيوم 167.3	69 Tm ثوليوم 168.9	70 Yb ايتيريوم 173.0	71 Lu ليوتيتيوم 175.0
95 Am امريكيوم (243.1)	96 Cm كوريوم (247.1)	97 Bk بركيليوم (247)	98 Cf كاليفورنيوم (251.1)	99 Es اينشتانيوم (252.1)	100 Fm فرميوم (257.1)	101 Md مندليفيوم (258.1)	102 No نوبيليوم (259.1)	103 Lr لورنسيوم (262.1)

العددُ الذرّيُّ	6
الرمزُ الكيميائيُّ	C
اسمُ العُنصرِ	كربون
الكُتلةُ الذريّةُ	(12.0)

يدلُّ لونُ الرمزِ الكيميائيِّ على حالةِ العُنصرِ عندَ درجةِ حرارةِ الغرفةِ. الكربونُ مادَّةٌ صلبةٌ.

يدلُّ لونُ الخلفيَّةِ على نوعِ العُنصرِ. الكربونُ لافلزٌّ.

الخلفيَّة

- فلزّات
- أشباهُ فلزّاتٍ
- لافلزّات

الرمزُ الكيميائيُّ

- صُلب
- سائل
- غاز

	المجموعة 1	المجموعة 2	المجموعة 3	المجموعة 4	المجموعة 5	المجموعة 6	المجموعة 7	المجموعة 8	المجموعة 9
الدورة 1	1 H هيدروجين 1.0								
الدورة 2	3 Li ليثيوم 6.9	4 Be بريليوم 9.0							
الدورة 3	11 Na صوديوم 23.0	12 Mg مغنيسيوم 24.3							
الدورة 4	19 K بوتاسيوم 39.1	20 Ca كالسيوم 40.1	21 Sc سكانديوم 45.0	22 Ti تيتانيوم 47.9	23 V فناديوم 50.9	24 Cr كروم 52.0	25 Mn منجنيز 54.9	26 Fe حديد 55.8	27 Co كوبالت 58.9
الدورة 5	37 Rb روبيديوم 85.5	38 Sr سترانشيوم 87.6	39 Y يوتيريوم 88.9	40 Zr زركونيوم 91.2	41 Nb نيوبيوم 92.9	42 Mo موليبدنوم 95.9	43 Tc تكنيتيوم (97.9)	44 Ru روثينيوم 101.1	45 Rh روديوم 102.9
الدورة 6	55 Cs سيزيوم 132.9	56 Ba باريوم 137.3	57 La لانثيوم 138.9	72 Hf هفنيوم 178.5	73 Ta تنتاليوم 180.9	74 W تنجستن 183.8	75 Re رينيوم 186.2	76 Os أوزميوم 190.2	77 Ir إريديوم 192.2
الدورة 7	87 Fr فرانشيوم (223.0)	88 Ra راديوم (226.0)	89 Ac أكتينيوم (227.0)	104 Rf رذرفورديوم (261.1)	105 Db دوبنيوم (262.1)	106 Sg سيبورجيوم (263.1)	107 Bh بوريوم (264)	108 Hs هسيوم (277)	109 Mt ميتنيريوم (268)

يُسمّى كلُّ صفٍّ منَ العناصرِ **دورةً**.

يُسمّى كلُّ عمودٍ من العناصرِ **مجموعةً أو عائلةً**.

العددُ المبيَّنُ بينَ قوسَيْنِ هو الكتلةُ الذريّةُ لنظيرِ العُنصرِ الأكثرِ استقرارًا أو الأكثرِ وجودًا في الطبيعةِ.

اللانثانيدات	58 Ce سيريوم 140.1	59 Pr برازيوديميوم 140.9	60 Nd نيوديميوم 144.2	61 Pm بروميثيوم (144.9)	62 Sm ساماريوم 140.1
الأكتنيدات	90 Th ثوريوم 232.0	91 Pa بروتكتينيوم 231.0	92 U يورانيوم 238.0	93 Np نبتينيوم (237.0)	94 Pu بلوتونيوم 244.1

وُضعَتْ هذه العناصرُ تحتَ الجدْولِ لكي يكونَ الجدْولُ أضيَقَ.

المفردات

أ

أبو ذنيبة Tadpole ضفدعٌ غيرُ ناضجٍ يعيشُ في الماءِ ويحصلُ على الأكسجينِ بالخياشيمِ. (٨٩)

الاحتباسُ الحراريُّ Greenhouse effect احترارُ سطحِ الأرضِ والطبقةِ السُّفلى من الغلافِ الجويِّ الذي يحصلُ عندَما يمتصُّ بُخارُ الماءِ وثاني أكسيدِ الكربونِ وغازاتٌ أخرى الطاقةَ الحراريَّةَ وتُعيدُ بثَّها. (١٧٠)

الاحترارُ العالميُّ Global warming الازديادُ التدريجيُّ لمتوسِّطِ درجةِ الحرارةِ العالميَّةِ. (١٧١)

احتضانُ البيضِ Brooding الجلوسُ على البيضِ وتغطيتُه لإبقائِهِ دافئًا حتّى يفقسَ. (١٠٦)

الأحفورةُ Fossil أثرٌ أو بقايا كائنٍ عاشَ منذُ زمنٍ بعيدٍ. تكتشفُ الأحفورةُ في أغلبِ الحالاتِ، محفوظةً في صخورٍ رسوبيَّةٍ. (١٤٤)

أحفورةُ الأثرِ Trace fossil علامةٌ متحجِّرةٌ تتكوَّنُ في رواسبَ طريَّةٍ بفضلِ حركةِ حيوانٍ. (١٤٦)

الأحفورةُ المرشدةُ Index fossil أحفورةٌ توجدُ في طبقاتٍ صخريَّةٍ لزمنٍ جيولوجيٍّ واحدٍ فقط، وتُستخدمُ لاكتشافِ عمرِ الطبقاتِ الصخريَّةِ. (١٤٨)

الاستبدالُ Molting التخلُّصُ من الهيكلِ الخارجيِّ أو الجلدِ أو الريشِ أو الشعرِ الذي استُبدِلَتْ بهِ أجزاءٌ جديدةٌ. (١٠٢)

الإشعاعُ Radiation انتقالُ الطاقةِ كموجاتٍ كهرومغنطيسيَّةٍ. (١٦٨)

الأُشنةُ Lichen كتلةٌ من الخلايا الفُطريَّةِ والطُّحلبيَّةِ التي تنمو في علاقةٍ تكافليَّةٍ، وتعيشُ عادةً على الصخورِ أو الأشجارِ. (٣٨)

الإعصارُ الدواميُّ Tornado عمودٌ هوائيٌّ دوّارٌ ومدمِّرٌ تكونُ فيه سرعاتُ الرياحِ مرتفعةً جدًّا. ويبدو للناظرِ إليه سحابةً بشكلِ قمعٍ، ويلامسُ الأرضَ. (١٩٨)

الإعصارُ المداريُّ Huricane عاصفةٌ قاسيةٌ تنشأُ فوقَ المحيطاتِ المداريَّةِ وتتَّخذُ رياحُها القويَّةُ التي تفوقُ سرعتُها ١٢٠ km/h مسارًا لولبيًّا باتِّجاهِ مركزِ العاصفةِ ذي الضغطِ المنخفضِ جدًّا. (١٩٨)

إلكتروناتُ التكافؤ Valence electron إلكتروناتٌ تقعُ في الطبقةِ الخارجيَّةِ للذرّةِ، وتُحدِّدُ الخصائصَ الكيميائيَّةَ للذرَّةِ. (٢٥٩)

الانتحاء Tropism نموُّ كلِّ الكائنِ الحيِّ أو جزءٍ منه استجابةً لمؤثِّرٍ خارجيٍّ، كالضوءِ. (٥٢)

الانحلالُ الإشعاعيُّ Radioactive decay العمليَّةُ الّتي يتحلَّلُ فيها نظيرٌ مشعٌّ غيرُ مستقرٍّ إلى نظيرٍ مستقرٍّ للعنصرِ نفسِه أو لعنصرٍ آخرَ. (١٤٠)

الانشطارُ الثنائيُّ Binary fission شكلٌ من التكاثرِ اللاجنسيِّ عندَ الكائناتِ الحيَّةِ أحاديَّةِ الخليَّةِ. وفيهِ تنقسمُ خليَّةٌ واحدةٌ إلى خليَّتَيْنِ. (٨)

الانقراضُ Extinction موتُ كلِّ أفرادِ نوعٍ من الأنواعِ. (١٥٣)

الأنيمومتر Anemometer جهازٌ يستخدمُ لقياسِ سرعةِ الرياحِ. (٢٠٤)

الإيقاعُ اليوميُّ Circadian rhythm دورةٌ حيويَّةٌ يوميَّةٌ. (٧٠)

الأيون Ion جسيمٌ مشحونٌ يتكوَّنُ عندَما تكسبُ أو تفقدُ ذرّةٌ أو مجموعةُ ذرّاتٍ إلكترونًا أو أكثرَ.(٢٦٢)

ب

البارومتر Barometer جهازٌ يقيسُ الضغطَ الجوّيَّ. (٢٠٣)

الباليونتولوجيا Paleontology الدراسةُ العلميةُ للأحافيرِ. (١٣٢)

البرقُ Lightning التّفريغُ الكهربائيُّ الذي يحصلُ بينَ سطحَيْنِ مشحونَيْنِ بشحناتٍ مختلفةٍ، كأن يحدثَ مثلاً بينَ السحابةِ والأرضِ، أو بينَ سحابتَيْنِ، أو بينَ جزءَيْنِ من السحابةِ نفسِها. (١٩٧)

البكتيريا المسبِّبةُ للمرضِ Pathogenic bacteria البكتيريا التي تسبِّبُ المرضَ. (١٤)

البناءُ الضوئيُّ Photosynthesis العمليَّةُ التي تستخدمُ فيها النباتاتُ والطحالبُ وبعضُ البكتيريا ضوءَ الشمسِ وثانيَ أكسيدِ الكربونِ والماءَ لصنعِ الغذاءِ. (٤٤)

البوَغ Spore خليّةٌ تكاثريّةٌ أو تركيبٌ عديدُ الخلايا قادرٌ على مقاومةِ الظروفِ البيئيّةِ القاسية، ويمكنُهُ التطوُّرُ إلى كائنٍ بالغٍ دونَ أن يندمجَ بخليّةٍ أخرى. (٣٥)

البوغ الداخليُّ Endospore بوغٌ محاطٌ بجدارٍ وقائيٍّ سميكٍ يتشكَّلُ داخلَ خليَّةٍ بكتيريَّةٍ، ويقاومُ الظروفَ البيئيَّةَ القاسيةَ. (٩)

بيضُ الزواحفِ Amniotic egg نوعٌ من البيضِ محاطٌ بغشاءٍ، وهو لدى الزواحفِ يحتوي على كميَّةٍ كبيرةٍ من المحِّ ومحميٌّ بقشرةٍ، وهو يشبهُ بيضَ الطيورِ وبعضِ الثدييّاتِ. (٩٣)

ت

تأثيرُ كوريوليس Coriolis effect الانحرافُ الظاهرُ لمسارِ جسمٍ متحرِّكٍ عن خطِّهِ المستقيمِ بسببِ دورانِ الأرضِ. (١٧٤)

التأريخُ الإشعاعيُّ (الراديومتريُّ)
Radiometric dating طريقةٌ لتحديدِ عمرِ الشيءِ من خلالِ تقديرِ النسبِ المئويَّةِ النسبيَّةِ لموادٍّ نظيرٍ (مُنتجٍ) مُشعٍّ، وموادٍّ (وليدٍ) مستقرٍّ. (١٤١)

التجمُّل Preening هو لدى الطيورِ، تمشيطُ الريشِ وصيانتُه. (١٠٢)

الترابطُ الكيميائيُّ Chemical bonding اتِّحادُ ذرّاتٍ لتكوينِ جزيئاتٍ أو مركَّباتٍ أيونيَّةٍ. (٢٥٨)

الترددُ Frequency عددُ الموجاتِ التي تحدثُ خلالَ وحدةِ زمنٍ. (٣٠٦)

التروبوسفير Troposphere الطبقةُ السفلى من الغلافِ الجوّيِّ، التي تنخفضُ فيها درجةُ الحرارةِ بمعدَّلٍ ثابتٍ كلما ازدادَ الارتفاعُ. (١٦٤)

تعاقبُ الطبقاتِ Superposition مبدأٌ يقولُ بأنّ الصخورَ الأحدثَ عهدًا تقعُ فوقَ الصخورِ الأقدمِ، ما لم يخلَّ شيءٌ بتتابعها الأصليِّ. (١٣٤)

تفاعلُ الاتِّحادِ Synthesis reaction تفاعلٌ تتَّحدُ فيه مادّتان أو أكثرُ، لتكوينِ مركَّبٍ جديدٍ. (٢٨٦)

تفاعلُ الاستبدالِ الأحاديُّ
Single-displacement reaction تفاعلٌ يستبدلُ فيه عنصرٌ معيَّنٌ بعنصرٍ آخرَ في مركَّبٍ. (٢٨٧)

تفاعلُ الاستبدالِ الثنائيُّ
Double-displacement reaction تفاعلٌ يتكوَّنُ فيه غازٌ، أو راسبٌ صلبٌ أو مركَّبٌ جزيئيٌّ، نتيجةَ تبادلِ أيونَيْنِ بينَ مركَّبَيْنِ. (٢٨٩)

تفاعلُ الانحلالِ Decomposition reaction تفاعلٌ يتفكَّكُ فيه مركَّبٌ واحدٌ لتتكوَّنَ مادَّتان أو أكثرُ أبسطُ تركيبًا. (٢٨٧)

التفاعلُ الطاردُ للحرارةِ Exothermic reaction تفاعلٌ تنطلقُ منه حرارةٌ باتِّجاهِ ما يحيطُ بهِ. (٢٨٩)

التفاعلُ الكيميائيُّ Chemical reaction العمليَّةُ التي تتغيَّرُ خلالَها مادَّةٌ أو أكثرُ لإنتاجِ مادَّةٍ أو عدَّةِ موادَّ جديدةٍ مختلفةٍ. (٢٧٦)

التفاعلُ الماصُّ للحرارةِ Endothermic reaction تفاعلٌ كيميائيٌّ يتطلَّبُ حرارةً. (٢٩٠)

التكثيف Condensation التغييرُ في الحالةِ من غازٍ إلى سائلٍ. (١٩١)

تلوُّث الهواءِ Air pollution تلويثُ الغلافِ الجوّيِّ عبرَ إدخالِ الملوِّثاتِ نتيجةً لنشاطِ الإنسانِ أو الطبيعةِ. (١٧٨)

التوصيلُ الحراريّ Thermal condution انتقالُ الطاقةِ كحرارةٍ عبرَ مادَّةٍ ما. (١٦٩)

التنفُّسُ الخلويّ Cellular respiration العمليَّةُ التي تستخدمُ فيها الخلايا الأكسجينَ لإنتاجِ الطاقةِ من الغذاءِ. (٤٥)

التواصل Communication نقلُ إشارةٍ أو رسالةٍ من حيوانٍ إلى آخرَ يؤدّي إلى نوعٍ من الاستجابةِ. (٧٢)

تيّارُ الهواءِ النفّاثُ Jet streams حزامٌ ضيّقٌ من الرياحِ القويَّةِ التي تهبُّ في أعلى التروبوسفير. (١٧٦)

الثيرموسفير Thermosphere الطبقةُ العُليا في الغلافِ الجوّيِّ، حيثُ ترتفعُ درجةُ الحرارةِ مع ازديادِ الارتفاعِ. (١٦٦)

الثيرمومتر Thermometer جهازٌ يقيسُ درجةَ الحرارةِ. (٢٠٣)

ث

الثدييُّ البيوضُ Monotreme الثدييُّ الذي يضعُ البيضَ. (١٢٠)

الثدييُّ الكيسيُّ Marsupial ثدييٌّ يحملُ صغيرَهُ ويغذّيهِ في كيسٍ خارجيٍّ. (١٢١)

الثدييُّ المشيميّ Placental mammal الحيوانُ الثدييُّ الذي تغذّي أنثاهُ صغيرَها قبلَ أنْ يولَدَ من خلالِ مشيمةٍ داخلَ رَحمِها. (١١٣)

الثغر Stoma فتحةٌ من الفُتُحاتِ الكثيرةِ الموجودةِ في ورقةِ نباتٍ أو ساقِهِ تُتيحُ حصولَ التبادلِ الغازيِّ. (٤٦)

المفردات

ج

الجاذبيَّة Gravity قوَّةُ تجاذبٍ بينَ الأجسامِ، تنتجُ عن كُتلِها. (٢٢٨)

الجزيء Molecule أصغرُ وحدةِ بناءٍ في مادَّةٍ لها جميعُ الخصائصِ الفيزيائيَّةِ والكيميائيَّةِ لتلكَ المادَّةِ. (٢٦٧)

الجنين Embryo نباتٌ أو حيوانٌ في مرحلةٍ مبكرةٍ من التطوُّرِ. (٦٤)

ح

الحجابُ الحاجزُ Diaphragm عضلةٌ على هيئةِ قبَّةٍ متَّصلةٍ بالأضلاعِ السفلى وتفصلُ التجويفَ الصدريَّ عن البطنيِّ وتلعبُ دورًا في الشهيقِ والزفيرِ. (١١٠)

الحركة Motion تغيُّرُ موقعِ الجسمِ بالنسبةِ إلى نقطةِ إسنادٍ معيَّنةٍ. (٢١٢)

الحُقْبُ Era وحدةٌ من وحداتِ الزمنِ الجيولوجيِّ تشتملُ على دورَيْنِ جيولوجيَّيْنِ أو أكثرَ. (١٥٣)

الحمْل Convectio انتقالُ الطاقةِ الحراريَّةِ بدورانِ سائلٍ أو غازٍ. (١٦٩)

الحيواناتُ ذواتُ الدمِ البارِدِ Ectotherms حيواناتٌ تحتاجُ إلى مصادرِ حرارةٍ من خارجِ جسمِه. (٨٢)

الحيواناتُ ذواتُ الدمِ الحارِّ Endotherms حيواناتٌ يمكنُها أن تستخدِمَ الحرارةَ الناتجةَ من تفاعلاتٍ كيميائيَّةٍ في خلايا جسمِها للمحافظةِ على درجةِ حرارةِ جسمٍ ثابتةٍ. (٨٢)

خ

الخطُّ الجانبيُّ Lateral line خطٌّ ضعيفٌ مرئيٌّ على كلا جانبَيْ جسمِ السمكةِ يمتدُّ على طولِ الجسمِ ويدلُّ على مواقعِ أعضاءٍ حسّيَّةٍ تكتشفُ الاهتزازاتِ في الماءِ. (٨٣)

الخَيْشوم Gill عضوٌ تنفُّسيٌّ تحصُلُ فيه مبادلةُ أكسجينٍ من الماءِ بثاني أكسيدِ الكربونِ من الدمِ. (٨٣)

الخيطُ الفُطْريُّ Hyphae سلسلةٌ من خلايا فطريَّةٍ غيرِ تكاثريَّةٍ. (٣٥)

د

الدَّهرُ Eno أطولُ مقاطعِ الزمنِ الجيولوجيِّ. (١٥٣)

الدورةُ الحالَّةُ Lytic cycle طريقةٌ لتكاثرِ الفيروسِ يتّصلُ خلالها بالخليَّةِ العائلِ ويحقنُها بمادَّتِه الوراثيَّةِ ويحوِّلُها إلى مصنعٍ للفيروسات. (١٨)

الدورةُ الاندماجيَّةُ Lysogenic cycle طريقةٌ لا تذهبُ فيها بعضُ الفيروساتِ مباشرةً إلى الدورةِ الحالَّةِ، بل تحصلُ فيها كلُّ خليَّةٍ جديدةٍ من خلايا العائلِ المنقسمةِ على نسخةٍ من جيناتِ الفيروسِ إثرَ حقنِها بمادَّتِهِ الوراثيَّةِ. (١٨)

ر

الرابطةُ الأيونيَّةُ Ionic bond رابطةٌ تتكوَّنُ عندَما تنتقلُ إلكتروناتٌ من ذرَّةٍ إلى أخرى، فينتجُ عن ذلكَ أيونٌ موجبٌ وأيونٌ سالبٌ. (٢٦٢)

الرابطةُ التساهميَّةُ Covalent bond رابطةٌ تتكوَّنُ عندَما تتشاركُ الذرّاتُ في زوجٍ أو عدَّةِ أزواجٍ من الإلكتروناتِ. (٢٦٦)

الرابطةُ الفلزيَّةُ Metalic bond رابطةٌ تتكوَّنُ نتيجةَ التجاذبِ بينَ أيوناتٍ فلزّيَّةٍ ذاتِ شحنةٍ موجبةٍ والإلكتروناتِ من حولِها. (٢٦٩)

الرابطةُ الكيميائيَّةُ Chemical bond تجاذبٌ يجعلُ الذرّاتِ أو الأيوناتِ متّصلةً بعضُها ببعضٍ. (٢٥٨)

الراسب Precipitate مادَّةٌ صلبةٌ تنتجُ عن تفاعلٍ كيميائيٍّ في محلولٍ. (٢٧٧)

الرئة Lung عضوٌ تنفُّسيٌّ تتمُّ فيه مبادلةُ أكسجينِ الهواءِ بثاني أكسيدِ الكربونِ الآتي من الدمِ. (٨٨)

الرطوبة Humidity كمّيَّةُ بخارِ الماءِ في الهواءِ. (١٨٩)

الرطوبةُ النسبيَّةُ Relative humidity نسبةُ كمّيَّةِ بخارِ الماءِ في الهواءِ إلى كمّيَّتِهِ القصوى التي يستطيعُ الهواءُ حملَها عندَ درجةِ حرارةٍ معيَّنةٍ. (١٨٩)

الرعد Thunder الصوتُ الناتجُ عن التمدُّدِ السريعِ للهواءِ على امتدادِ حدوثِ البرقِ. (١٩٧)

الرياح Wind حركةُ الهواءِ الناجمةُ عن الفروقِ في الضغطِ الجوّيِّ. (١٧٢)

الرياحُ التجاريَّةُ Trade winds الرياحُ السائدَةُ التي تهبُّ من الشمالِ الشرقيِّ بينَ خطِّ العرضِ ٣٠° شمالاً وخطِّ الاستواءِ، والتي تهبُّ من الجنوبِ الشرقيِّ بينَ خطِّ العرضِ ٣٠° جنوبًا وخطِّ الاستواءِ. (١٧٤)

الرياحُ الشرقيَّةُ القطبيَّةُ Polar easterlies الرياحُ السائدَةُ التي تهبُّ من الشرقِ إلى الغربِ بينَ خطَّي العرضِ ٦٠° و ٩٠° في نصفَي الكرةِ الأرضيَّةِ. (١٧٤)

الرياحُ الغربيَّةُ (العكسيَّةُ) Westerlies الرياحُ السائدَةُ التي تهبُّ من الغربِ إلى الشرقِ بينَ خطَّي العرضِ ٣٠° و ٦٠° في نصفَي الكرةِ الأرضيَّةِ. (١٧٤)

الريشُ الزغبيُّ Down feathers ريشٌ ليِّنٌ يغطِّي أجسامَ الطيورِ الصغيرةِ ويوفرُ العزلَ للطيورِ البالغةِ. (١٠٣)

الريشُ المحيطيُّ Contour feather الريشُ الخارجيُّ الذي يغطِّي الطيرَ ويساهمُ في تكوينِ شكلِه. (١٠٣)

س

السباتُ Dormancy كلمةٌ تصفُ الحالةَ غيرَ النشطةِ لبذرةٍ أو جُزْءٍ نباتيٍّ آخرَ من نباتٍ يوجدُ في ظروفٍ غيرِ مناسبةٍ للنمو. (٥٠)

السباتُ الشتويُّ Hibernation فترةٌ من الخمولِ والهبوطِ في درجةِ حرارةِ الجسمِ، تمرُّ بها بعضُ الحيواناتِ شتاءً، كحمايةٍ من الطقسِ الباردِ وقلَّةِ الغذاءِ. (٧٠)

السباتُ الصيفيُّ Estivation فترةٌ من الخمولِ وهبوطٍ في درجةِ حرارةِ الجسمِ تمرُّ بها بعضُ الحيواناتِ صيفًا كحمايةٍ من الطقسِ الحارِّ وقلّةِ الغذاءِ والماءِ. (٧٠)

الستراتوسفير Stratosphere طبقةُ الغلافِ الجوّيِّ التي تقعُ فوقَ التروبوسفير، والتي ترتفعُ فيها درجةُ الحرارةِ كلَّما ازدادَ الارتفاعُ. (١٦٥)

السَّحابة Cloud مجموعةٌ منَ قطراتِ الماءِ الصغيرةِ أوِ البلَّوراتِ الثلجيَّةِ، معلقةٌ في الهواءِ، تتكوَّنُ عندَما يبردُ الهواءُ ويحصلُ التكثيفُ. (١٩٢)

السرعة Speed حاصلُ قسمةِ المسافةِ المقطوعةِ على الفترةِ الزمنيَّةِ التي تحرَّكَ خلالَها الجسمُ. (٢١٣)

السرعةُ المتَّجهةُ Velocity سرعةُ جسمٍ في اتِّجاهٍ معيَّنٍ. (٢١٤)

السرعةُ الحدّيَّةُ Terminal velocity السرعةُ الثابتةُ لجسمٍ ساقطٍ عندما تكونُ قوّةُ مقاومةِ الهواءِ مساويةً لقوّةِ الجاذبيَّةِ في المقدارِ ومعاكسةً لها في الاتِّجاهِ. (٢٤٠)

سرعةُ الموجةِ Wave speed المسافةُ التي تقطعُها الموجةُ خلالَ وحدةِ زمنٍ. (٣٠٦)

السَّعة Amplitude أقصى مسافةٍ تقطعُها جُسيماتُ الوسطِ التي تهتزُّ في ابتعادِها عن موقعِ سكونِها. (٣٠٤)

السقوطُ الحرُّ Free fall حركةُ الجسمِ تحتَ تأثيرِ قوّةِ الجاذبيَّةِ عليه. (٢٤١)

السلوكُ الاجتماعيُّ Social behavior التفاعلُ بينَ حيواناتٍ من النوعِ نفسِه. (٧٢)

السلوكُ الفطريُّ Innate behavior سلوكٌ موروثٌ لا يعتمدُ على البيئةِ أو التجربةِ. (٦٦)

السلوكُ المتعلَّمُ Learned behavior سلوكٌ يتمُّ تعلُّمُه من التجربةِ. (٦٦)

ش

الشبكةُ البلّوريَّةُ Crystal lattice النمطُ المنتظمُ لترتيبِ الجُسيماتِ في جسمٍ بلّوريٍّ. (٢٦٥)

ص

الصيغةُ الكيميائيَّةُ Chemical formula طريقةٌ مختصرةٌ لاستخدامِ الرموزِ الكيميائيَّةِ وللأعدادِ لتمثيلِ مادَّةٍ. (٢٨٠)

ض

الضغطُ الجوّيُّ Air pressure مقياسُ القوّةِ التي تضغطُ بها جزيئاتُ الهواءِ على سطحٍ ما. (١٦٣)

ط

الطحالب Algae كائناتٌ حيَّةٌ حقيقيَّةُ النواةِ تحوِّلُ طاقةَ ضوءِ الشمسِ إلى غذاءٍ بواسطةِ البناءِ الضوئيِّ لكنَّها بلا جذورٍ ولا سيقانٍ ولا أوراقٍ. (٢٨)

الطفيل Parasite كائنٌ حيٌّ يتغذّى بأكلِه كائنًا حيًّا من نوعٍ آخرَ (العائلَ). والطفيلُ في العادةِ، يؤذي العائلَ. لا يستفيدُ العائلُ أبدًا من وجودِ الطفيلِ. (٢٥)

الطقس Weather حالةُ الغلافِ الجوّيِّ القصيرةُ الأمدِ، بما فيها درجةُ الحرارةِ والرطوبةُ والهطولُ والرياحُ والرؤيةُ. (١٨٨)

الطولُ الموجيُّ Wave length المسافةُ بين أيِّ نقطةٍ من موجةٍ والنقطةِ المماثلةِ لها من الموجةِ التاليةِ. (٣٠٥)

ع

العائلُ Host كائنٌ حيٌّ يأخذُ الطفيلُ منه الغذاءَ لنفسِه، أو يتّخذُه ملجأ. (١٦)، (٢٥)

العاصفةُ الرعديَّةُ Thunderstorm عاصفةٌ شديدةٌ، تستغرقُ زمنًا قصيرًا، وتتكوَّنُ من المطرِ، والرياحِ القويَّةِ، والبرقِ، والرعدِ. (١٩٦)

العجلة Acceleration مدى تغيُّرِ السرعةِ المتَّجهةِ خلالَ وحدةِ الزمنِ؛ يكونُ للجسمِ عجلةٌ عندَما يتغيَّرُ مقدارُ سرعتِهِ المتجهةِ أو اتِّجاهُها أو الاثنانِ معًا. (٢١٥)

عدمُ التوافقِ Uncoformity انقطاعٌ في القطاعِ الجيولوجيِّ ينشأُ حينَ تتعرّى طبقاتُ الصخورِ، أو حينَ يتوقّفُ ترسُّبُ الرواسبِ لفترةٍ طويلةٍ من الزمنِ. (١٣٧)

العصرُ Period وحدةٌ من وحداتِ الزمنِ الجيولوجيِّ ينقسمُ فيها الحُقْبُ إلى أُطُرٍ زمنيَّةٍ أصغرَ. (١٥٣)

العَفَنُ Mold فُطرٌ يبدو مثلَ الصوفِ أو القطنِ. (٣٦)

العمرُ النسبيُّ Relative dating ترتيبُ الأحداثِ بحسبِ حدوثِها بعضِها بالنسبةِ إلى بعضٍ، دون أن نحدِّدَ متى وقعَتْ أو كم من الزمنِ انقضى على حدوثِها. (١٣٤)

العمرُ المطلقُ Absolute dating فترةٌ زمنيَّةٌ تقاسُ نسبةً إلى الوقتِ الحاضرِ. (١٤٠)

عمرُ النصفِ Half-life الزمنُ الذي يستغرقُه نصفُ عيِّنةٍ من مادَّةٍ مشعَّةٍ، لتتحوَّلَ إلى مادَّةٍ أخرى بواسطةِ الانحلالِ الإشعاعيِّ. (١٤١)

العهدُ Epoch جزءٌ من وحدةِ العصرِ الجيولوجيِّ. (١٥٣)

العوالقُ النباتيَّةُ Phytoplankton كائناتٌ حيَّةٌ مجهريَّةٌ تقومُ بالبناءِ الضوئيِّ، وتعومُ قربَ سطحِ البحرِ أو في المياهِ العذبةِ. (٢٨)

غ

الغدَّةُ اللبنيَّةُ Mammary gland الغدَّةُ التي تفرزُ اللبنَ في إناثِ الثدييّاتِ. (١١٠)

الغلافُ الجوّيُّ Atmosphere مزيجٌ من الغازاتِ يحيطُ بكوكبٍ أو قمرٍ. (١٦٢)

غيرُ ذاتيِّ التغذيةِ Heterotroph كائنٌ حيٌّ يحصُلُ على الغذاءِ بأكلِهِ الكائناتِ الحيَّةَ الأخرى أو نواتجِها الثانويَّةَ. ولا يستطيعُ الكائنُ غيرُ ذاتيِّ التغذيةِ صُنْعَ المركَّباتِ العضويَّةِ من الموادِّ اللاعضويَّةِ. (٢٥)

الغَزْلُ الفُطْريُّ Mycelium مجموعةٌ من الخيوطِ الفطريَّةِ تشكِّلُ كتلةً ملتفَّةً. (٣٥)

ف

فترةُ الحَمْلِ Gestation period هو، عندَ الثدييّاتِ، الفترةُ الممتدَّةُ بين الإخصابِ والولادةِ. (١١٣)

الفُطْرُ Fungi كائنٌ حيٌّ خلاياه ذاتُ أنويةٍ وجُدُرٍ خلويَّةٍ قاسيةٍ، وليسَ فيه كلوروفيلٌ، وينتمي إلى مملكةِ الفُطْريّاتِ. (٣٤)

الفقاريّاتُ Vertebrates حيواناتٌ لها عمودٌ فقريٌّ. (٨٠)

الفيروسُ Virus جسيمٌ مجهَريٌّ يدخلُ خليَّةً، وغالبًا ما يُحطِّمُها. (١٦)

الفيرومونُ Pheromone مادَّةٌ يصدرُها الجسمُ، تجعلُ فردًا آخرَ من النوعِ نفسِهِ يستجيبُ لأمرٍ ما. (٧٣)

ق

القالبُ Mold تجويفٌ في سطحٍ رسوبيٍّ تركتْهُ صَدَفَةٌ أو جسمٌ آخرُ. (١٤٦)

قانونُ حفظِ الطاقةِ Law of conservation of energy القانونُ الذي ينصُّ على أنَّ الطاقةَ لا يمكنُ استحداثُها أو إفناؤُها، بل يمكنُ تحويلُها من شكلٍ إلى آخرَ. (٢٩٠)

قانونُ حفظِ الكتلةِ Law of conservation ينصُّ قانونُ حفظِ الكتلةِ على أنَّ الكتلةَ لا تُستحدثُ ولا تفنى خلالَ تغيُّراتٍ فيزيائيَّةٍ أو كيميائيَّةٍ عاديَّةٍ. (٢٨٣)

القصورُ الذاتيُّ Inertia مَيْلُ الجسمِ إلى مقاومةِ تحريكِهِ أو ميلُهُ، إذا كانَ متحرِّكًا، إلى مقاومةِ تغييرِ مقدارِ سرعتِهِ أو اتِّجاهِها. (٢٤٦)

القطاعُ الجيولوجيُّ Geologic Column ترتيبٌ لطبقاتٍ صخريَّةٍ بحيثُ تكونُ فيه الطبقاتُ الصخريَّةُ الأقدمُ في الأسفلِ. (١٣٥)

القوةُ Force شدٌّ أو دفعٌ مطبَّقٌ على جسمٍ ما لتغييرِ حركتِهِ؛ للقوَّةِ مقدارٌ واتِّجاهٌ. (٢١٨)

قوَّةُ الاحتكاكِ Friction قوَّةٌ تعاكسُ حركةَ سطحٍ بالنسبةِ إلى سطحٍ آخرَ على تماسٍّ معه. (٢٢٢)

ك

الكائنُ بدائيُّ النواةِ Prokaryote كائنٌ حيٌّ مكوَّنٌ من خليَّةٍ وحيدةٍ بلا نواةٍ محدَّدةٍ بغلافٍ. (٧)

الكائنُ الطلائعيُّ Protist كائنٌ حيٌّ ينتمي إلى مملكةِ الطلائعيّاتِ. (٢٤)

الكُتلةُ Mass قياسٌ لمقدارِ كمِّيَّةِ المادَّةِ في جسمٍ ما. (٢٣٢)

الكتلةُ الهوائيَّةُ Air mass جسمٌ كبيرٌ من الهواءِ تكونُ درجةُ حرارتِهِ ومحتواه من الرطوبةِ ثابتيْنِ في أنحائِهِ كافَّةً. (٣٠٧)

الكارثيَّةُ Catastrophism مبدأٌ يقولُ بأنَّ التغيُّرَ الجيولوجيَّ يحدثُ فجأةً. (١٣١)

الكلوروفيل Chlorophyll صِبْغَةٌ خضراءُ تمتصُّ طاقةَ الضوءِ اللازمةَ للبناءِ الضوئيِّ. (٤٤)

م

المتفاعلُ Reactant مادَّةٌ أو جزيءٌ يساهمُ في تفاعلٍ كيميائيٍّ. (٢٨٢)

المَثانةُ الهوائيّةُ Swim bladder كيسٌ مملوءٌ بالغازِ يستخدَمُ للتحكُّمِ في الطفُوّ. وتُسمّى أيضًا المثانةَ الغازيَّةَ. (٨٦)

المجالُ الحيويُّ Territory حيّزٌ يشغلُهُ حيوانٌ واحدٌ أو مجموعةُ حيواناتٍ، لا تسمحُ لأفرادٍ سواها من النوعِ نفسِه بدخولِه. (٦٧)

محصِّلةُ القوى Net force جمعُ كلِّ القُوى المطبَّقةِ على جسمٍ. (٢١٩)

المُستهلِك Consumer كائنٌ حيٌّ يأكلُ كائناتٍ حيَّةً أُخرى أو موادَّ عضويَّةً. (٦٥)

المضادُّ الحيويُّ Antibiotic دواءٌ يستخدَمُ لقتلِ البكتيريا والكائناتِ الحيَّةِ المجهريّةِ الأخرى. (١٤)

المطرُ الحمضيُّ Acid precipitation مطرٌ أو بَرَدٌ أو ثلجٌ يحتوي على تركيزٍ مرتفعٍ من الأحماضِ. (١٨١)

المعادلةُ الكيميائيَّةُ Chemical equation تمثيلٌ لتفاعلٍ كيميائيٍّ يستخدمُ الرموزَ لتبيانِ العلاقةِ بينَ المتفاعلاتِ والنواتجِ. (٢٨٢)

المعالجةُ الحيويَّةُ Bioremediation معالجةُ النفاياتِ الضارَّةِ بالكائناتِ الحيَّةِ. (١٣)

مقياسُ الزمنِ الجيولوجيِّ Geologic time scale الطَّريقةُ المُتّبعةُ لتقسيمِ التاريخِ الطبيعيِّ الطويلِ للأرضِ إلى مقاطعَ مقبولةٍ. (١٥٢)

الموجة Wave اضطرابٌ في وسطٍ صلبٍ أو سائلٍ أو غازيٍّ ينقلُ طاقةً مع انتقالِهِ عبرَ هذا الوسط. (٢٩٨)

الموجاتُ الطوليَّةُ Longitudinal waves موجاتٌ تهتزُّ فيها جُسيماتُ الوسطِ في اتِّجاهٍ موازٍ لاتِّجاهِ حركة الموجاتِ. (٣٠٢)

الموجاتُ المستعرضةُ Transverse waves الموجاتُ التي تهتزُّ فيها جُسيماتُ الوسطِ في اتِّجاهٍ متعامدٍ مع اتِّجاهِ حركةِ الموجاتِ. (٣٠١)

الميزوسفير Mesosphere طبقةُ الغلافِ الجوّيِّ التي تقعُ بينَ الستراتوسفيرِ والتيرموسفير، والتي تنخفضُ فيها درجةُ الحرارةِ مع ازديادِ الارتفاع. (١٦٥)

ن

الناتج Product المادَّةُ التي تتكوَّنُ في تفاعلٍ كيميائيٍّ. (٢٨٢)

النتحُ Transpiration العمليَّةُ التي تُطلِقُ فيها النباتاتُ بخارَ ماءٍ في الهواءِ عبرَ الثغورِ. (٤٦)

نقطةُ الندى Dew point درجةُ الحرارةِ التي يصبحُ عندَها الهواءُ مُشبعًا ببخارِ الماءِ الذي يبدأُ بالتكثيفِ. (١٩١)

النظيرُ Isotope ذرَّةٌ لها عددُ البروتوناتِ نفسُهُ (أو الرقمُ الذريُّ نفسُه) كذرّاتٍ أُخرى للعنصرِ نفسِه، لكنَّ لها عددًا مختلفًا من النيوتروناتِ (وكتلةً ذرِّيَّةً مختلفةً بالتالي). (١٤٠)

النموذجُ Cast نوعٌ من الأحافيرِ التي تتكوَّنُ حينَ تملأُ الرواسبُ التجويفَ الذي خلَّفهُ حيوانٌ متحلِّلٌ. (١٤٦)

النيوتن Newton الوحدةُ الدوليَّةُ للقوَّةِ (الرمز، N). (٢١٨)

هـ

الهطول Precipitation أيُّ شكلٍ من أشكالِ الماءِ الذي يتساقطُ من السُّحبِ إلى سطحِ الأرضِ. (١٩٤)

و

الوتيرةُ الواحدةُ Uniformitarianism مبدأٌ يقولُ بأنّ العمليّاتِ الجيولوجيَّةَ التي حدثَتْ في الماضي يمكنُ تفسيرُها بالعمليّاتِ الجيولوجيَّةِ التي تحدثُ اليومَ. (١٣٠)

الوزن Weight قياسٌ لقوَّةِ الجاذبيَّةِ المطبَّقةِ على جسمٍ ما. يمكنُ لمقدارِ الوزنِ أن يتغيَّرَ وفقَ موقعِ الجسمِ في الكونِ. (٢٣٢)

الوسط Medium بيئةٌ مادِّيَّةٌ تحدثُ فيها ظاهرةٌ. (٢٩٩)